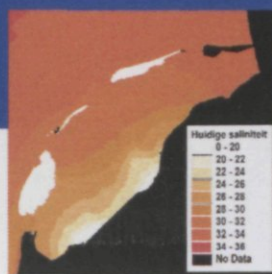


Ecologische effecten van een derde spuimiddel in de Afsluitdijk op vogels, zeezoogdieren en beschermde habitats in de westelijke Waddenzee

C.J. Smit, A.G. Brinkman, S.M.J.M. Brasseur, E.M. Dijkman,
M.F. Leopold & P.J.H. Reijnders



**Ecologische effecten van een derde spuimiddel in de Afsluitdijk
op vogels, zeezoogdieren en beschermde habitats in de
westelijke Waddenzee**

**C.J. Smit
A.G. Brinkman
S.M.J.M. Brasseur
E.M. Dijkman
M.F. Leopold
P.J.H. Reijnders**

Alterra-rapport 874

Alterra, Wageningen, 2003

REFERAAT

Smit, C.J., A.G. Brinkman, S.M.J.M. Brasseur, E.M. Dijkman, M.F. Leopold & P.J.H. Reijnders, 2003. *Ecologische effecten van een derde spuimiddel in de Afsluitdijk op vogels, zeezoogdieren en beschermde habitats in de westelijke Waddenzee*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 874. 169 blz. 33 fig.; 4 tab.; 96 ref.

Momenteel worden voorbereidingen getroffen voor de bouw van nieuwe spuisluizen in de Afsluitdijk. Deze nieuwe sluizen moeten het mogelijk maken dat het overtollige zoete water uit het IJsselmeer, ook bij de verwachte stijging van de zeespiegel en een toename van de aanvoer van rivierwater vanuit de IJssel, nog tenminste tot het jaar 2050 kan worden geloosd op de Waddenzee. Na uitvoerige afwegingen is als voorlopige voorkeurslocatie voor het nieuwe spuimiddel gekozen voor een locatie in de "knik" van de Afsluitdijk, enkele kilometers westelijk van Kornwerderzand. Gebruik van een nieuw spuimiddel op deze locatie zal tot gevolg hebben dat in de Waddenzee een andere zoet-zoutverdeling zal ontstaan. Deze kan leiden tot een verandering in de samenstelling en de omvang van de bodemfaunagemeenschappen, zowel van de droogvallende wadplaten als van het permanent onder water staande deel van de Waddenzee. Als gevolg hiervan zouden ook veranderingen kunnen optreden in de aantallen, verspreiding en soortensamenstelling van wad- en watervogels en van zeezoogdieren. In dit rapport worden de resultaten van een studie naar de ecologische effecten op vogels en zeezoogdieren en op relevante habitats in de westelijke Waddenzee weergegeven. Deze resultaten zullen worden verwerkt in het Milieu-effectrapport Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk en worden gebruikt in een toetsing van de ecologische effecten van het nieuwe spuimiddel in het licht van de Nederlandse en Europese wet- en regelgeving op het gebied van de Natuurbescherming.

Trefwoorden: IJsselmeer, Waddenzee, Afsluitdijk, ecologische effecten, spui, saliniteit, bodemfauna, wadvogels, watervogels, Gewone zeehonden, Grijze zeehonden, Flora- en Faunawet, Natuurbeschermingswet, Staatsnatuurreservaat, Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn

ISSN 1566-7197

Contractnummers RDIJ: IJP 2756 en IJP 2756A

Contactpersonen: Ir. F.G.M. Hoogenboom & Ir. J.K. Muntinga

Dit rapport kunt u bestellen door € 40,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 874. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2003 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	9
1 Inleiding	15
1.1 Achtergrond	15
1.2 Opzet van het rapport	17
2 Beschikbare basisgegevens voor de analyse van de effecten van veranderingen van spuibeheer	21
2.1 Abiotische karakteristieken wadplaten	21
2.2 Verdeling saliniteit	22
2.3 Verdeling van foeragerende vogels over de droogvallende delen van het wad	23
2.4 Benthosdichtheden in relatie tot sediment	23
2.5 Sublitoraal foeragerende vogels	24
2.6 Zeezoogdieren	25
3 Bewerking van beschikbare data en modellering	27
3.1 Statistische toetsing	28
3.2 Modellering van vogeldichtheden op basis van hoogteligging en mediane korrelgrootte, zonder zoetwaterinvloed	30
3.3 Modellering van vogeldichtheden op basis van hoogteligging, sedimentkarakteristieken en zoutgehalte	31
3.4 Modellering van vogeldichtheden op basis van de responscurves van Bokhorst et al.	32
4 Gemodelleerde dichtheden wadvogels op het wad van Balgzand-Wieringen (zonder zoetwaterinvloed) vergeleken met de werkelijke situatie	35
5 Gemodelleerde effecten van veranderd spuibeheer op de aantallen en verspreiding van benthos en, daarvan afgeleid, de aantallen wadvogels	39
5.1 Bergeend	44
5.2 Scholekster	46
5.3 Kluut	48
5.4 Kanoet	50
5.5 Bonte Strandloper	52
5.6 Rosse Grutto	54
5.7 Wulp	56
5.8 Tureluur	58
6 Een expert judgement beoordeling van de voorspelde veranderingen in het voedselaanbod van op wadplaten foeragerende vogels, als gevolg van de ingebruikname van een derde spuimiddel	61
6.1 Bergeend	62
6.2 Scholekster	63
6.3 Kluut	64

6.4	Bontbekplevier	65
6.5	Zilverplevier	66
6.6	Kanoet	66
6.7	Bonte Strandloper	67
6.8	Krombekstrandloper <i>Calidris ferruginea</i>	68
6.9	Rosse Grutto	68
6.10	Wulp	69
6.11	Zwarte Ruiter <i>Tringa erythropus</i>	70
6.12	Tureluur	71
6.13	Groenpootruiter <i>Tringa nebularia</i>	71
6.14	Steenloper <i>Arenaria interpres</i>	72
6.15	Kokmeeuw <i>Larus ridibundus</i>	72
6.16	Stormmeeuw <i>Larus canus</i>	73
6.17	Zilvermeeuw <i>Larus argentatus</i>	73
7	Effecten van veranderd spui-beheer op de aantallen en verspreiding van watervogels	75
7.1	Aalscholver	76
7.2	Topper <i>Aythya marila</i>	77
7.3	Eider <i>Somateria mollissima</i>	79
7.4	Zwarte Zee-eend <i>Melanitta nigra</i>	80
7.5	Kokmeeuw	82
7.6	Zilvermeeuw	82
7.7	Schaarsere meeuwen	84
7.8	Sterns	85
8	Effecten van veranderd spui-beheer op de aantallen en verspreiding van zeezoogdieren	87
8.1	Soorten in het studiegebied	87
8.2	Verspreiding en aantallen	87
8.3	Functie van het gebied en de effecten van het inzetten van een derde spui-middel	89
8.4	Conclusie	91
9	Ontwikkeling van vogels en zeezoogdieren in de Waddenzee	93
9.1	Herstel van vroegere ingrepen	93
9.2	Ontwikkelingen in relatie tot externe factoren	94
10	Effecten op beschermde soorten en habitats	99
10.1	Vogelrichtlijn	100
10.2	Habitatrichtlijn	103
10.3	Interpretatie van de toetsingscriteria	105
10.4	Nationale wetgeving en beleidsnota's	106
10.4.1	Natuurbeschermingswet	106
10.4.2	Flora- en Faunawet	107
10.5	Beoordeling van de effecten op habitats en soorten uit de Habitatrichtlijn	108
10.5.1	Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken (1110)	108

10.5.2	Estuaria, met <i>Zostera</i> en <i>Ruppia</i> -velden (1130)	109
10.5.3	Bij laagwater droogvallende slikwadden en zandplaten (1140)	110
10.5.4	Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende planten (1310)	110
10.5.5	Schorren met slijkgrasvegetatie (1320)	111
10.5.6	Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (1330)	111
10.5.7	Embryonale wandelende duinen (2110)	112
10.5.8	Wandelende duinen op strandwal met Helm (witte duinen) (2120)	112
10.5.9	Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie (grijze duinen) (2130)	112
10.6	Processen en soorten uit de Natuurbeschermingswet	112
10.6.1	Het instandhouden van water, onderwaterbodems, wadplaten, mosselbanken, kokkelbanken en kwelders als habitats waarin zich een veelheid aan natuurlijke processen afspeelt	113
10.6.2	De aanwezigheid van bodemfauna als voedselbron (met karakteristieke soorten als Wadpier, Kokkel, Mossel, Strandgaper, Zager <i>Nereis virens</i>)	113
10.6.3	De aanwezigheid van vissen als voedselbron (met als karakteristieke soorten Makreel, Haring, Geep, Sprot, Spiering, Zeeforel en zeenaaldsoorten)	113
10.6.4	De aanwezigheid van diverse voedselketens met slib, dood organisch materiaal, bacteriën, algen, dierlijk plankton (waaronder Copepoden en larven van Ribkwallen, Schijfkwallen, krabben, Zeepokken, schelpdieren en vissen), bodemfauna, vissen, vogels en zeehonden	113
10.6.5	De aanwezigheid van natuurschoon	114
10.6.6	De effecten op soorten	114
10.7	Soorten uit de Vogel- en Habitatrichtlijn	117
10.8	Locatiekeuze en mogelijk optredende cumulatieve effecten	127
10.8.1	Alternatief spuibeheer	127
10.8.2	Cumulatieve effecten	128
10.8.3	Vispassage	129
10.8.4	Een doorkijk naar 2050	130
10.9	Conclusie	131

Literatuur	133
------------	-----

Bijlagen

1	Statistische parameters m.b.t. de lineaire regressie van wadvogels en hun responsvariabelen (behorende bij Hoofdstuk 5)	141
2	Voedselkeuze van op het wad foeragerende wadvogels	145

Samenvatting

Momenteel worden voorbereidingen getroffen voor de bouw van nieuwe spuisluizen in de Afsluitdijk. Deze nieuwe sluizen moeten het mogelijk maken het overtollige zoete water uit het IJsselmeer ook bij de verwachte stijging van de zeespiegel nog tenminste tot het jaar 2050 te blijven lozen op de Waddenzee. De initiatiefnemer voor de planstudie naar het nieuwe spuisluizen, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, heeft om een beschrijving gevraagd van de mogelijke effecten van de aanleg van nieuwe spuisluizen op vogels en zeezoogdieren in de westelijke Waddenzee voor de voorlopige voorkeurslocatie. In dit rapport worden de resultaten van de studie naar deze effecten weergegeven. Deze resultaten zullen worden gebruikt in het Milieu-effectrapport Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk en in het rapport dat alle ecologische effecten van het nieuwe spuisluizen in het licht van de wet- en regelgeving over Natuurbescherming tracht te beoordelen (zie Van Apeldoorn *et al.*, *in voorb.*).

In de Afsluitdijk zijn momenteel 2 spuicomplexen aanwezig waarmee onder vrij verval zoet water vanuit het IJsselmeer wordt geloosd op de Waddenzee. Dergelijke lozingen zijn alleen mogelijk tijdens laag water in de Waddenzee, wanneer het waterpeil lager is dan in het IJsselmeer. Door de voortschrijdende zeespiegelstijging wordt het, met name 's winters, steeds moeilijker om de voor het IJsselmeer vastgelegde streefpeilen te halen. Op basis van modelstudies wordt verwacht dat de zeespiegel tot het jaar 2050 met 22 cm zal stijgen voor gemiddeld laagwater en 28 cm voor gemiddeld hoogwater. Tevens wordt verwacht dat de hoeveelheid neerslag zal toenemen, met name 's winters. Volgens berekeningen zal een verdubbeling van de spuicapaciteit nodig zijn om het streefpeil van het IJsselmeer tot tenminste 2050 te kunnen handhaven. Het ligt in de bedoeling de spuicapaciteit te vergroten door een derde spuisluizen in gebruik te nemen. Na uitvoerige afwegingen is als voorlopige voorkeurslocatie voor dit nieuwe spuisluizen gekozen voor een locatie in de "knik" van de Afsluitdijk, enkele kilometers westelijk van Kornwerderzand.

Een nieuw spuisluizen op deze locatie zal tot gevolg hebben dat in de Waddenzee een andere zoet-zoutverdeling zal ontstaan. Deze kan leiden tot een verandering in de samenstelling en de omvang van de bodemfaunagemeenschap, zowel van de droogvallende wadplaten als van het permanent onder water staande deel van de Waddenzee. Als gevolg hiervan kunnen ook veranderingen optreden in de aantallen, verspreiding en soortensamenstelling van wad- en watervogels en van zeezoogdieren. Naast veranderingen in de zoet-zoutverdeling zijn ook de volgende veranderingen en daaruit afgeleide effecten denkbaar:

- Veranderingen in stroomsnelheidspatronen die kunnen leiden tot andere sedimentatie- en erosiepatronen. Dergelijke veranderingen zouden kunnen doorwerken naar een verandering van de samenstelling van de bodemfaunagemeenschap en de beschikbaarheid van zeehondenligplaatsen
- Veranderingen van de omvang en de plaats van lozing van relatief eutroof zoet IJsselmeerwater.

Dergelijke veranderingen kunnen effect hebben op de primaire productie in een deel van de Waddenzee, de soortensamenstelling van het fytoplankton en de deels daardoor bepaalde waarde van fytoplankton als voedsel voor bodemfauna

Op basis van zijn hoge natuurwaarden is de Waddenzee in 1981 aangewezen als Staatsnatuurreservaat in het kader van de Natuurbeschermingswet. Het gebied is bovendien aangewezen als belangrijk watervogelgebied in het kader van het Verdrag van Ramsar en als Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn. Daarnaast komen er veel soorten voor die sinds 2002 beschermd zijn op basis van de Flora- en Faunawet. Ingrepen in de Waddenzee dienen aan deze regelgeving te worden getoetst.

In de in dit rapport beschreven studie is onderzocht in hoeverre er effecten te verwachten zijn van zoutgehalteveranderingen op bodemdieren en welke invloed deze veranderingen hebben op vogels die deze bodemdieren als voedselbron gebruiken. Tevens is onderzocht in hoeverre veranderingen in de aanwezigheid van vissen en de beschikbaarheid van nutriënten, troebelheid van het water en stromingspatronen hebben op vogels, zeezoogdieren en andere beschermde levensvormen en habitats in het gebied en in hoeverre mogelijk optredende morfologische veranderingen hieraan bijdragen. Hierbij is gekozen voor een modelmatige aanpak, voor een benadering op basis van expert judgement en, als onderdeel hiervan, voor uitgebreide bestudering van de bestaande literatuur over de prooidierkeuze van wadvogels (weergegeven in Bijlage 2 van het rapport). Voor de op open water foeragerende watervogels en voor zeezoogdieren moest worden volstaan met een beoordeling op basis van expert judgement. Getracht is dit rapport zodanig in te delen dat een door derden uit te voeren toetsing van de effecten aan de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Nederlandse wetgeving op het gebied van de flora-, fauna- en gebiedsbescherming (van Apeldoorn *et al.*, *in voorb.*) goed mogelijk wordt.

De modellering van de effecten van veranderingen van het zoutgehalte op vogels is uitgevoerd met behulp van Gegeneraliseerde Lineaire Modellering (GLM). In eerste instantie is een analyse uitgevoerd op basis van de relatie tussen vogeldichtheden en habitatkarakteristieken. Hierbij werden gegevens gebruikt uit gebieden waar geen zoutinvloed merkbaar zou moeten zijn. Deze analyse heeft onvoldoende bruikbare gegevens opgeleverd. Dezelfde techniek is toegepast op een dataset van vogeltellingen uit de westelijke Waddenzee, waarbij zout, naast hoogteligging en sedimentkarakteristieken, als een extra parameter in de analyse werd betrokken. Tevens werd gebruik gemaakt van een door RWS-RIKZ aangeleverde doorrekening van veranderingen in zoutgehaltes op de kans op voorkomen van de voor vogels meest relevante soorten bodemdieren. Dit blijkt voor 6 van de 8 onderzochte soorten bruikbare resultaten op te leveren. In alle gevallen blijken de in het gebied aanwezige aantallen wadvogels niet te worden beïnvloed door veranderingen van zoutgehaltes door gewijzigd spui-beheer en de effecten die deze zoutgehalteveranderingen hebben op het voorkomen van bodemdieren. In twee gevallen (Bergeend, Scholekster) heeft gewijzigd spui-beheer invloed op het verspreidingspatroon: voor deze soorten wordt een afname verwacht in de omgeving van Den Oever en een toename op het wad in de omgeving van Harlingen en langs

de Friese westkust. Voor Rosse Grutto en Wulp worden, op grond van de modellering, zeer kleine veranderingen in het verspreidingspatroon verwacht. Na het beschikbaar komen van deze analyses heeft RIKZ de basisgegevens waarop deze modellering is uitgevoerd opnieuw berekend. Hieruit zijn nog kleinere veranderingen in het voorkomen van bodemfaunasoorten naar voren gekomen dan uit eerdere modelleringen bleken. Deze veranderingen zijn niet nog eens doorgerekend richting effecten op vogels. Op grond van de nieuwe gegevens worden echter nog kleinere veranderingen in het voorkomen van op wadplaten foeragerende vogels verwacht.

Op basis van een uitgevoerd onderzoek naar het dieet van op wadplaten foeragerende vogels en kennis van de kans op voorkomen en de dichtheden van bodemfauna-organismen zijn voor alle algemeen voorkomende op de wadplaten foeragerende soorten wadvogels expert judgement beoordelingen uitgevoerd. Hieruit blijkt dat wadvogels in zeer veel gevallen geen effect zullen ondervinden van veranderingen als gevolg van gewijzigd spui-beheer. In enkele gevallen zal een bepaalde prooidiersoort lokaal toe- of afnemen. Van de beoordeelde soorten is er geen die afhankelijk is van één bepaalde prooidiersoort. Geen enkele prooidiersoort blijkt zeer duidelijk merkbare aantalsveranderingen of aanpassingen van het verspreidingsgebied te vertonen. Op basis hiervan wordt geconstateerd dat geen van de onderzochte vogelsoorten merkbare toe- of afnamen zal vertonen. Mogelijk zal het verspreidingsgebied van enkele soorten licht verschuiven. Deze conclusie gaat ook op voor de beoordeelde, op open water foeragerende, watervogels. Schelpdieretende eenden lijken in de huidige situatie vooral beïnvloed te worden door visserijactiviteiten. Toekomstige veranderingen in het verspreidingspatroon van deze vogels lijken dan ook vooral te worden bepaald door de wijze van regulatie van deze vorm van visserij. Meeuwen zoeken voedsel op een opportunistische manier waarbij in veel gevallen gefoerageerd wordt op uitgespoelde en door de zoutgehalteveranderingen gedesorïënteerde vis. Voor deze soorten betekent een derde spui-middel dat evenveel vis zal worden gespuid maar nu verdeeld over drie spuisluizen in plaats van twee.

Van de aanwezige zeezoogdieren komen dolfijnachtige soorten slechts zeer sporadisch in het gebied voor. Effecten op zeehonden zouden, in theorie, kunnen optreden als gevolg van veranderingen in het aanwezige voedsel, veranderingen in troebelheid en de geschiktheid van wadplaten als rustplaats. Hierbij moet vooral worden gedacht aan veranderingen in slijkgheid van wadplaten en aan de steilheid van de randen van de wadplaten die als ligplaatsen worden gebruikt. Veranderingen door het gebruik van een nieuw spui-middel lijken echter slechts een gering of geen meetbaar effect te hebben op de foerageermogelijkheden en de andere functies van het Marsdiepgebied voor beide soorten zeehonden. Geconcludeerd wordt dat, als er al effecten zouden zijn, deze waarschijnlijk nauwelijks zichtbaar zullen worden.

In de Waddenzee hebben zich in de afgelopen tientallen jaren grote veranderingen voltrokken. Deze hangen samen met min of meer natuurlijke veranderingen zoals een afname van de windsnelheid, een geleidelijke stijging van de gemiddelde temperatuur en een zeespiegelstijging maar ook met beschermingsmaatregelen van soorten en habitats in het verleden, waardoor sommige soorten nog steeds

toenemen. Daarnaast spelen effecten van menselijk ingrijpen, zoals de geleidelijke verbetering van de waterkwaliteit (die onder ander blijkt uit een afname van toxische stoffen, waaronder gechlloreerde koolwaterstoffen), een aanvankelijke toename en recente afname van eutrofiëring en de effecten van schelpdiervisserij een belangrijke rol. Hier doorheen spelen weer de effecten van enkele jaren met zeer grote sterfte van Gewone zeehonden (als gevolg van een virusepidemie) en de aantaloename en verspreiding van enkele exotische soorten bodemdieren (Amerikaanse zwaardschede, Japanse oester, Groene zager). De mogelijke effecten van een derde spuumiddel moeten worden gezien in het licht van al deze veranderingen. In de per soort (vanwege een beoordeling in het kader van de Flora- en Faunawet, de Natuurbeschermingswet, de Vogel- en de Habitatrichtlijn), habitat (Natuurbeschermingswet en Habitatrichtlijn) en op basis van processen (Natuurbeschermingswet) uitgevoerde beoordeling van de effecten van de ingebruikname van een derde spuumiddel is getracht de effecten in te schatten voor de korte termijn (tot 2010) en op langere termijn (tot 2050). Hierbij is gebruik gemaakt van de resultaten van de modellering en van beoordelingen op basis van expert judgement en zijn alle soorten, habitats en processen, voor zover relevant, aan de wadkant van de spuumiddelen meegenomen.

Van verschillende in de omgeving voorkomen typen habitat kan, vanwege de afwezigheid van enige denkbare beïnvloeding, op voorhand worden aangenomen dat een derde spuumiddel geen enkele effecten op het habitat en de er voorkomende soorten planten en dieren kan hebben. Dit geldt bijvoorbeeld voor “Embryonale wandelende duinen”, “Wandelende duinen op strandwallen” en “Vastgelegde kustduinen”. Op basis van eerder uitgevoerde studies van het RIKZ naar mogelijke veranderingen in stromingspatronen wordt ook geen duidelijk effect verwacht op geomorfologische en hydrografische processen (stromingspatronen, stroomsnelheden) in de Waddenzee. Mogelijk kunnen stroomsnelheden lokaal enigszins veranderen waardoor plaatselijk in de geulen wat meer slib zal bezinken en elders wat minder. Er worden geen morfologische effecten op wadplaten verwacht. Op basis hiervan wordt evenmin beïnvloeding verwacht van processen die hiermee samenhangen, zoals kweldervorming en de verandering van de troebelheid van het water. Voor geen van de in de eerder genoemde wetten en Europese richtlijnen genoemde bepalingen worden significant negatieve effecten van de inzet van een derde spuumiddel verwacht. In enkele gevallen zal sprake zijn van een geringe verschuiving van de verspreidingsgebieden van soorten. Dit geldt voor enkele soorten bodemfaunadiëren en vogels. Enkele voor brakwatersituaties karakteristieke plantensoorten, zoals *Zostera* en *Ruppia*, zouden kunnen profiteren van een lichte toename van zoutgehaltes op het Balgzand.

De bouw van een derde spuumiddel heeft een effect op het in de Natuurbeschermingswet genoemde criterium “De aanwezigheid van natuurschoon” en op de vorming van een spuiком aan de wadzijde van het nieuw te bouwen spuumiddel. Over de inpasbaarheid van een nieuw bouwwerk in de Afsluitdijk kan alleen een subjectief oordeel worden uitgesproken: men vindt een dergelijke structuur mooi of niet mooi en wel of niet passend in het landschap. Een dergelijk bouwwerk doet tot op zekere hoogte afbreuk aan het weidse, open landschap dat kenmerkend is

voor de Waddenzee. Een derde spuirom betekent ook een geringe aantasting van het in de Habitatrictlijn genoemde habitatype "Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken". Gelet op de omvang van de aantasting (15-20 ha, overeenkomstig met 0,02-0,03% van dit habitatype in de westelijke Waddenzee) lijkt echter geen sprake te kunnen zijn van een significante aantasting, temeer niet daar het gebied dat wordt aangetast met name wordt verdiept en een deel van de Waddenzee blijft.

Voor 2050 wordt verwacht dat (op basis van gemodelleerde gegevens over het voorkomen en de dichtheid van bodemdieren) na de inzet van een derde spuimiddel Mossel, *Marenzelleria*, *Eteone longa*, Strandgaper en Kokkel achteruit gaan en dat Wadslakje, Schelpkokerworm, Wadpier, Zeeduizendpoot, Zandzager, Wapenworm en Nonnetje zullen toenemen. Van de soorten die met een extra spuimiddel toenemen zouden de meeste soorten echter vrij sterk achteruitgaan wanneer geen extra spuimiddel zou worden gebouwd. Hieruit blijkt dat de voedselsituatie in 2050 ongunstiger wordt voor schelpdiereters en gunstiger voor wormeneters. Zonder derde spuimiddel zou de situatie voor met name wormeneters duidelijk ongunstiger zijn.

Bij de keuze van de locatie van het nieuwe spuimiddel houdt Rijkswaterstaat de mogelijkheid open om te kiezen voor het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA), het alternatief dat de combinatie vormt van de meest milieuvriendelijke locatie, uitvoering, vormgeving en beheer van het nieuwe spuimiddel. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de zoet-zoutgradiënt zo constant mogelijk blijft. Deze keuze zal gunstige effecten hebben voor zowel bodemdieren als voor een natuurlijke ontwikkeling van vegetaties, vooral in de omgeving van Den Oever. Meer dan nu het geval is zal een gelijkmatige overgang worden gecreëerd tussen brak en zout waarbij betere mogelijkheden ontstaan voor de ontwikkeling van gradiënten met een daaraan aangepaste brakwaterflora en -fauna.

Alles overziend kan worden geconcludeerd dat de aanleg en ingebruikneming van nieuwe spuisluizen in de "knik" van de Afsluitdijk ten westen van Kornwerderzand niet leidt tot grote effecten op soorten en habitats in de westelijke Waddenzee.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In de Afsluitdijk zijn 2 spuicomplexen aanwezig, één aan de Noord-Hollandse kant (in de omgeving van Den Oever) en één aan de Friese kant (Kornwerderzand, Fries: Koarnwerter sân). Via deze sluizen wordt via vrij verval zoet IJsselmeerwater geloosd op de Waddenzee. Een dergelijke lozing is alleen mogelijk tijdens laag water in de Waddenzee. Wanneer door opzet van zeewater verhoogde waterstanden optreden, bijvoorbeeld als gevolg van harde noordwesten wind, kan niet worden gespuid. Dergelijke situaties komen vooral in de winterperiode vrij regelmatig voor en kunnen, bij aanhoudende harde noordwesten wind, lang voortduren. In zo'n geval kan soms dagenlang (en soms nog langer) geen afvoer van IJsselmeerwater plaatsvinden. Uit de notitie "Aanpak wateroverlast" van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat blijkt dat de spuicapaciteit in de Afsluitdijk anno 1999 al onvoldoende werd geacht om in de winter het huidige peilbeheer van het IJsselmeer goed te kunnen handhaven. Met name het officieel gehanteerde winterpeil van het IJsselmeer van 40 cm onder NAP blijkt dan ook regelmatig niet haalbaar te zijn. Op basis van modelstudies wordt verwacht dat ten gevolge van klimaatsveranderingen de zeespiegel tot 2050 met 22 cm zal stijgen voor gemiddeld laagwater en 28 cm voor gemiddeld hoogwater. Tevens wordt verwacht dat de hoeveelheid neerslag zal toenemen, waarbij wordt verwacht dat in de komende decennia de Rijnafvoer in de winter zal toenemen en in de zomer zal afnemen (Vlag 2003). Volgens berekeningen zal een verdubbeling van de spuicapaciteit nodig zijn om het streefpeil van het IJsselmeer tot tenminste 2050 te kunnen handhaven (Oost & Bokhorst 2002). Het ligt in de bedoeling de spuicapaciteit te vergroten door een derde spuimiddel in gebruik te nemen. Van de oorspronkelijk 5 in studie genomen locaties waren in oktober 2002 nog de locaties 1 en 2 overgebleven (zie Fig. 1). In juli 2003 is gekozen voor een locatie in de "knik" van de Afsluitdijk. Deze locatie is omcirkeld weergegeven in Fig. 1.

Voorstelbaar is dat de inzet van een dergelijk nieuw spuimiddel effecten zal hebben op zowel de Waddenzee als het IJsselmeer. Door gewijzigd spuibehoeve zal in de Waddenzee een andere zoet-zout verdeling ontstaan waardoor beïnvloeding van de bestaande natuurwaarden kan plaatsvinden. Naast ecologische effecten zou de inzet van een derde spuimiddel ook morfologische effecten kunnen hebben. De Nederlandse Waddenzee is in 1991 in zijn geheel aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de richtlijn 79/409/EEG van de Raad van de Europese Gemeenschappen inzake het behoud van de vogelstand, de z.g. Vogelrichtlijn. Het gebied is in 2000 aangemeld als Speciale Beschermingszone in het kader van Richtlijn 92/43/EEG, de z.g. Habitatrichtlijn. Teneinde de effecten van een derde spuimiddel in kaart te brengen is in 2001 een MER-studie gestart en worden ter onderbouwing daarvan effectenstudies uitgevoerd.

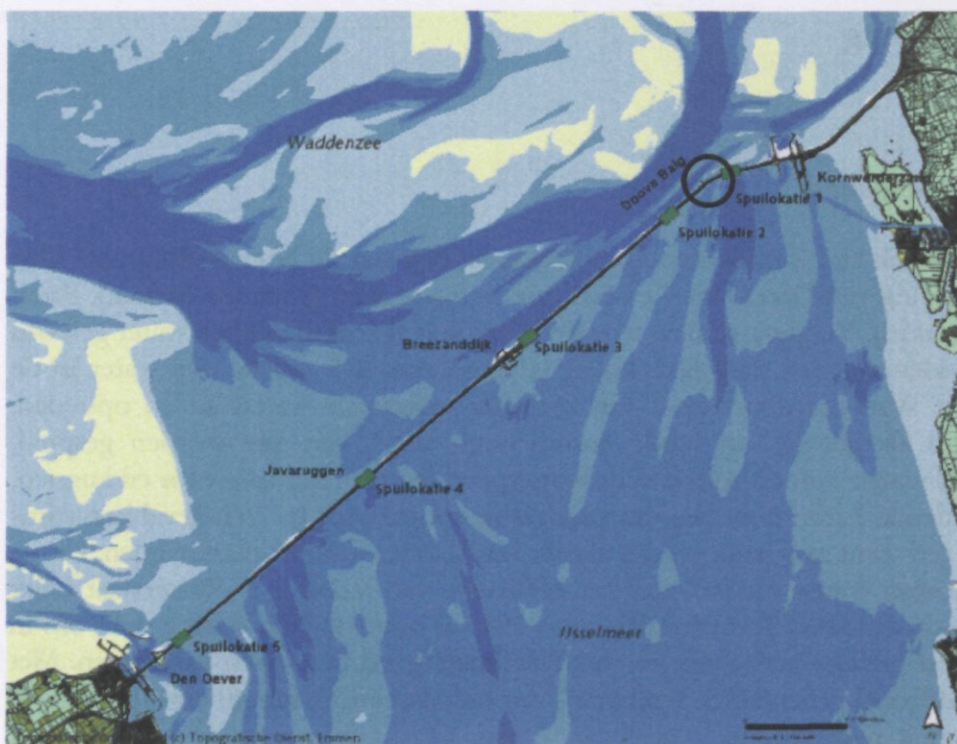


Fig. 1. Voorgestelde locaties voor een nieuw te bouwen spuimiddel in de Afsluitdijk (1 t.m.5) die in het kader van het MER zijn onderzocht. In dit onderzoek zijn de locaties 1 en 2 als uitgangspunt gekozen. Inmiddels is gekozen voor een locatie in de "knik" van de Afsluitdijk (omcirkeld). Bron: RWS-RDIJ

Doel van deze nota is in de eerste plaats het op basis van de best beschikbare informatie beschrijven en analyseren van de effecten van extra spuicapaciteit in de Afsluitdijk op de in de Waddenzee voorkomende vogels en zeezoogdieren uit de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR). De aandacht zal daarbij uitgaan naar het gehele gebied waar, op basis van modelstudies van Alkyon, veranderingen van het zoutgehalte van het Waddenzeewater worden verwacht. De grootste veranderingen zullen plaatsvinden in een gebied rond de 2 bestaande en rond het nieuw te bouwen spuimiddel, maar het gebied waar geringere zoutgehalteveranderingen zijn te verwachten strekt zich verder uit (Fig. 2; Oost & Bokhorst 2002).

In dit rapport is, om praktische redenen zoals de beschikbaarheid van gegevens, soms gekozen voor een beschrijving van de mogelijke effecten in het gehele kombergingsgebied van het Marsdiep en het Vlie, oftewel het gebied tussen Texel-Den Helder en het wantij van Terschelling. Dit geldt met name voor op wadplaten foeragerende wadvogels. Het studiegebied voor vogels die foerageren in het permanent onder water staande deel van de westelijke Waddenzee beperkt zich tot een 6 kilometer brede zone ten noorden van de Afsluitdijk. Het studiegebied van de zeezoogdieren omvat de gehele westelijke Waddenzee ten zuiden van de lijn Harlingen – oostkust van Texel. Deze gebieden worden voldoende groot geacht om uitspraken te kunnen doen over het optreden van eventuele significante effecten.

Een nieuw spuimiddel kan de volgende effecten hebben op de Waddenzee:

- Veranderingen in de saliniteitsverdeling in de Waddenzee, die kunnen leiden tot een verandering in de samenstelling en de omvang van de bodemfaunagemeenschap, zowel van de droogvallende wadplaten als van het permanent onder water staande deel van de Waddenzee
- Veranderingen in stroomsnelheidspatronen die kunnen leiden tot andere sedimentatie- en erosiepatronen. Dergelijke veranderingen zouden mogelijk kunnen doorwerken naar een verandering van de samenstelling van de bodemfaunagemeenschap en de beschikbaarheid van zeehondenligplaatsen
- Veranderingen van de omvang en de plaats van de lozing van relatief eutroof, zoet IJsselmeerwater. Dergelijke veranderingen kunnen effect hebben op de primaire productie in een deel van de Waddenzee, de soortensamenstelling van het fytoplankton en de deels daardoor bepaalde waarde van fytoplankton als voedsel voor bodemfauna
- Veranderingen in aantallen, verspreiding en soortensamenstelling van wad- en watervogels en zeezoogdieren, als afgeleide van veranderingen in saliniteit, sedimentsamenstelling, erosiepatronen en bodemfauna

Voor het beschrijven van deze effecten is o.a. gebruik gemaakt van in het recente verleden uitgevoerde vogeltellingen, bodemfaunabemonsteringen en op basis hiervan gemodelleerde voorspellingen van de veranderingen in de toekomst. Een deel van de effecten is elders al beschreven (Oost & Bokhorst 2002, Bokhorst *et al.*, *in voorb.*). De hier uitgevoerde beoordeling van effecten is een doorvertaling van de door deze auteurs gevonden veranderingen richting vogels en zeezoogdieren en richt zich op de effecten van de te verwachten saliniteitsveranderingen en de hieruit voortvloeiende veranderingen van prooiaanbod van vogels en zeehonden. Effecten veroorzaakt door hydrodynamische of morfologische processen komen zijdelings aan de orde.

1.2 Opzet van het rapport

In dit rapport is getracht om op basis van bestaande gegevens een zo goed mogelijke inschatting te maken van de effecten van zoutgehalteveranderingen in het water van de westelijke Waddenzee op wad- en watervogels en zeezoogdieren in dit gebied. Hierbij is gebruik gemaakt van verschillende technieken en de best beschikbare informatie op het gebied van sediment, de verspreiding van de bodemfauna, de dichtheden vogels op het droogvallende wad en op open water en van de aanwezigheid van zeezoogdieren. Hierbij is gekozen voor zowel een modelmatige aanpak als voor een aanpak op basis van expert judgement. In eerste instantie is getracht om de beschikbare kennis over de relaties tussen habitatkenmerken van de droogvallende platen en de dichtheden van de aldaar foeragerende vogels te gebruiken om voorspellingen te doen over de effecten van saliniteitsveranderingen. Tevens is voor deze soorten een expert judgement oordeel gegeven over de effecten van zoutgehalteveranderingen op basis van door het RIKZ (Loonen & Ietswaart, in Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) aangeleverde voorspellingen over veranderingen in de kans op voorkomen van de op droogvallende wadplaten voorkomende (en voor vogels belangrijkste) prooidiersoorten en de dichtheden (voor sommige soorten) waarin deze op de platen voorkomen. Voor de op open water foeragerende watervogels en voor zeezoogdieren was een dergelijke benadering niet mogelijk omdat basisgegevens

over de relaties tussen habitatkenmerken en dichtheden voor deze soorten ontbraken. Voor deze vogels en voor de zeezoogdieren moet daarom worden volstaan met een beoordeling op basis van expert judgement. In deze rapportage zullen 5 situaties worden besproken:

- De huidige situatie
- De situatie in 2010 op basis van een autonome ontwikkeling en na ingebruikname van een nieuw spuumiddel
- De situatie in 2050 op basis van een autonome ontwikkeling en na ingebruikname van een nieuw spuumiddel.

Voor deze onderdelen zal de beoordeling plaatsvinden aan de hand van gemodelleerde gegevens van bodemdieren, van een doorvertaling naar vogels en zeehonden op basis van een reeds beschikbare notitie van Loonen (in Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) over de autonome ontwikkeling van bodemdieren en van expert judgement. Tevens zal worden ingegaan op het effect van een aan te leggen vispassage. De beoordeling van de mogelijke effecten zal, waar mogelijk, plaatsvinden door de autonome ontwikkeling te gebruiken als referentiekader voor de te verwachten effecten. Getracht is dit rapport zo te structureren dat een door derden uit te voeren toetsing van de effecten aan de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Nederlandse wetgeving op het gebied van de flora-, fauna- en gebiedsbescherming (van Apeldoorn *et al.*, *in voorb.*) optimaal mogelijk wordt.

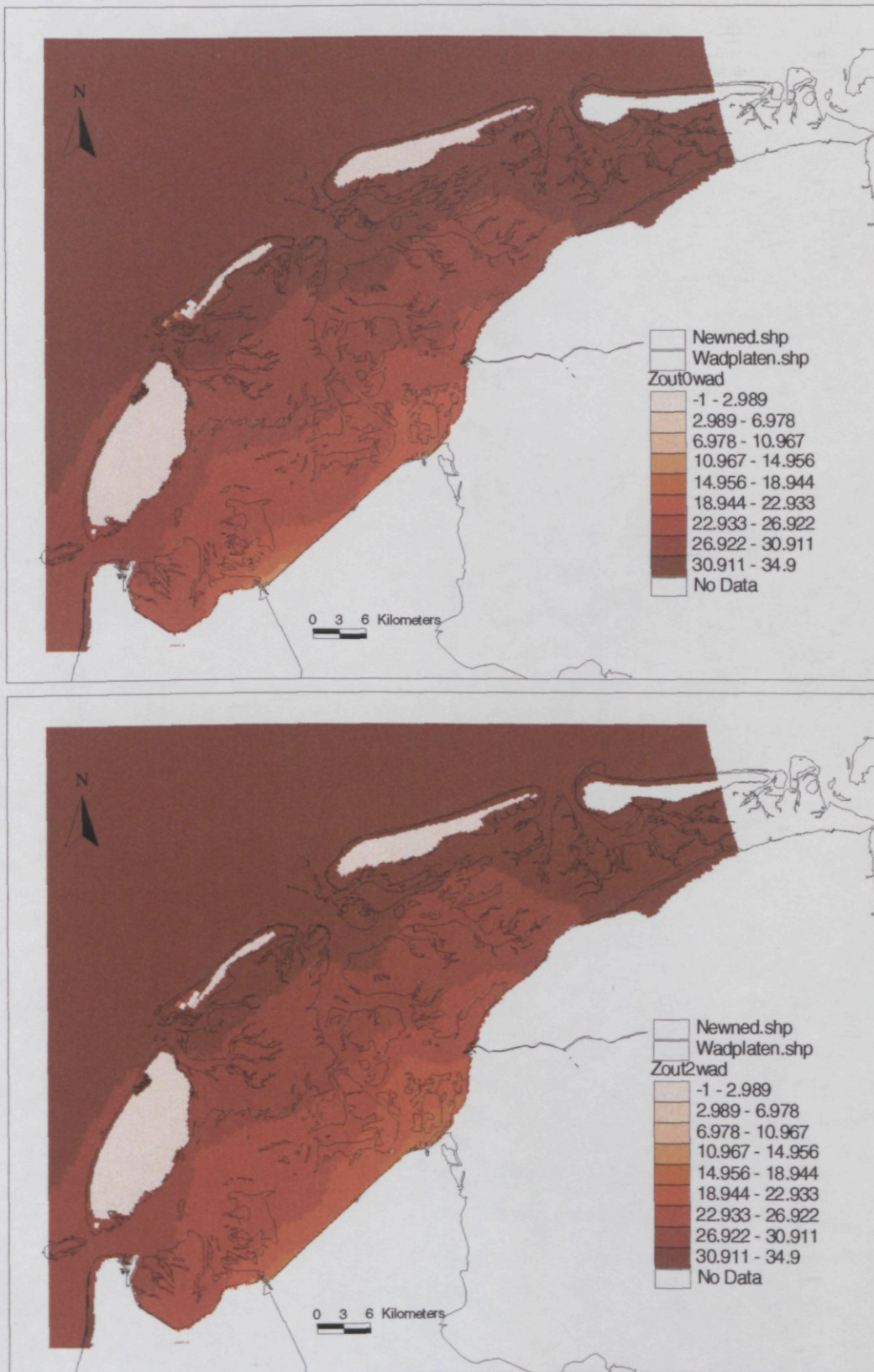


Fig. 2. Verdeling van zoutgehaltes (gemiddelde waarden in g zout per kg zeewater) in de westelijke Waddenzee op basis van de huidige situatie (boven) en na ingebruikname van het derde spuumiddel op locatie 2 bij Kornwerderzand. Bron: RIKZ Haren

2 Beschikbare basisgegevens voor de analyse van de effecten van veranderingen van spui-beheer

Voor de beoordeling van de effecten van veranderingen van spui-beheer kan, voor de verschillende diergroepen, niet steeds op dezelfde kwaliteit en mate van detail van de data worden teruggevalen. In het geval van bodemdieren kan een aantal verschillende datasets worden gebruikt. Analyse van de effecten van zoutgehalteveranderingen is mogelijk door deze data te koppelen aan gemodelleerde zoutgehalteveranderingen met een grote mate van detail. De verspreiding van tijdens laag water op droogvallende wadplaten foeragerende vogels is al veel minder gedetailleerd gedocumenteerd. Hetzelfde geldt voor op open water foeragerende duikeenden, meeuwen en sterns. Over de verspreiding van zeehonden tijdens hoogwater zijn geen algemeen geldende gegevens beschikbaar. Wel is gedetailleerde informatie beschikbaar over de ligplaatsen tijdens laagwater. Van de overige zeezoogdieren is maar zeer mondjesmaat informatie beschikbaar. Voor de beoordeling van de effecten van veranderingen van het spui-beheer dient voor elke diergroep dan ook teruggevalen te worden op steeds verschillende datasets die, al naar gelang de gedetailleerdheid van de datasets, ook meer of minder gedetailleerde uitspraken over de effecten van spui-veranderingen mogelijk maken.

2.1 Abiotische karakteristieken wadplaten

Beschikbaar voor de studie waren de volgende abiotische gegevens van het sediment:

- Sedimentgegevens voor het gebied Texel–Vlieland–Richel van het RIKZ op basis van de in 1989-1996 door GeoSea uitgevoerde integrale sedimentanalyse. Deze bemonstering is uitgevoerd met behulp van een Malvern Laser Particle Sizer. De uitkomsten van deze benadering verschillen enigszins van de resultaten van de Coulter Laser Particle Analyzer techniek. Voor dit verschil is gecorrigeerd op basis van een door Zwarts (RIZA) aangeleverde correctiefactor. De analyseresultaten zijn via een kriging-methode door het RIKZ omgewerkt naar een 50*50 m gridbestand.
- De ligging van de bodem ten opzichte van NAP is grotendeels verkregen door lodingen, uitgevoerd door de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat en door regionale diensten. Deze gegevens worden door Rijkswaterstaat regelmatig vernieuwd, steeds in opeenvolgende delen van de Waddenzee. Zo wordt het gegevensbestand nooit ouder dan ongeveer 5 jaar, een klein aantal uitzonderingen daargelaten. Onnauwkeurigheden in deze meting worden veroorzaakt doordat de meeste metingen vanaf een schip zijn verricht, waarbij dus de afstand bodem-waterlijn de meetwaarde betrof; de feitelijke diepte is berekend door te corrigeren voor het getij. Omdat het getijde afhankelijk is van plaats, tijd in het getij, tijd ten opzichte van dood- en springtij en vooral wind is deze correctie niet exact. De hoogteligging van droogvallende delen, en die delen van het systeem die te ondiep zijn voor peilingen vanaf een schip, is (veel minder frequent) opgemeten via lodingen vanaf een kleine boot of via waterpassing door regionale Dienstkringen

van Rijkswaterstaat. Deze data worden lang niet alle structureel verzameld. Deze gegevens zijn als rasterbestand beschikbaar en voor dit project door het RIKZ te Haren geïnterpoleerd naar een 50*50 m grid-bestand.

De resolutie van de metingen (die van plaats tot plaats nogal kan verschillen) is overigens niet altijd voldoende om prielen en geultjes te onderscheiden bij zo'n interpolatie. In sommige gevallen (waarbij gedetailleerde kennis van het betreffende gebied is vereist) kan eventueel handmatig gecorrigeerd worden maar een dergelijke correctie is in dit geval niet uitgevoerd. Lokaal zullen daardoor fouten ontstaan maar het is onwaarschijnlijk dat die voor het totaalbeeld van groot belang zullen zijn.

2.2 Verdeling saliniteit

Voor het onderzoeksgebied is in opdracht van het RIKZ een verdeling van de saliniteit berekend door Alkyon. Dit is gedaan voor een periode van één jaar, waarbij de modelparameters zijn afgeregeld met behulp van saliniteitsmetingen van Rijkswaterstaat (maandelijkse kwaliteitsmonitoring door RWS). Hierbij is gebruik gemaakt van afvoergegevens uit 1995, zijnde een jaar dat voor wat betreft afvoercharacteristieken (waaronder de totale hoeveelheid geloosd zoet water) een grote gelijkenis vertoonde met de periode 1998-2001, de periode waarin de benthosmonsters zijn verzameld. Er zijn modelberekeningen uitgevoerd op basis van de bestaande situatie en op basis van de saliniteitsverdelingen die zijn berekend voor elk van de twee mogelijke aanlegvarianten van het extra spuimiddel, gecombineerd met het voor deze locaties voorgenomen spuibeheer. Deze gaan ervan uit dat de hoeveelheid gespuid water bij Den Oever in principe gelijk blijft maar dat bij hoge waterstanden op het IJsselmeer hier minder langdurig gespuid hoeft te worden omdat de spuicapaciteit bij Kornwerderzand is toegenomen. De extra spuicapaciteit bij Kornwerderzand zal dus in de praktijk leiden tot een toename van de hoeveelheid alhier gespuid water. In het verlengde hiervan zal een zekere verzoeting van het Waddenzee-water daar ter plaatse optreden. De modeluitkomsten die voor de periode van een jaar berekend zijn leveren veel karakteristieken, waaronder het aantal dagen dat een bepaalde saliniteitswaarde onderschreden wordt. Uiteindelijk is voor de analyse alleen gebruik gemaakt van het jaargemiddelde van de saliniteit. Een belangrijk argument hierbij was dat het aantal analysevarianten beperkt diende te blijven en dat de gemiddelde saliniteit een goede maat was voor de effecten van verschillen in zoutgehaltes op bodemfauna (Loonen, *mond. med.*).

De aangeleverde saliniteitsdata zijn als 1000*1000 m gridbestand aangeleverd en ten behoeve van de habitatberekeningen doorvertaald naar een 50*50 m gridbestand. Hierbij is aan alle deelvakken binnen een km² dezelfde saliniteitswaarde toegekend.

2.3 Verdeling van foeragerende vogels over de droogvallende delen van het wad

De verdeling van op het wad foeragerende vogels is bepaald middels tellingen die zijn uitgevoerd tijdens laag water. Voor de vergelijking van gemodelleerde gegevens met vogelaantallen in grotere gebieden is gebruik gemaakt van gegevens die tijdens hoog water zijn verzameld. Hiervoor stonden de volgende datasets ter beschikking:

- Dichtheden van foeragerende wadvogels op basis van tellingen in de Mokbaai (Texel). Deze tellingen zijn uitgevoerd door medewerkers van Alterra Texel, middels het met behulp van een telescoop integraal afscannen van de aanwezige stukken wad en het vervolgens op kaart intekenen van de waargenomen concentraties. De gevonden verspreidingsbeelden werden vervolgens herleid tot dichtheden per ha. De waarnemingen werden 2-wekelijks uitgevoerd in de periode 16/10/98 t/m 22/5/01
- Dichtheden van foeragerende wadvogels op basis van tellingen tijdens laag water in de jaren 1996-2000, zowel vanaf de kust als vanaf schepen. Ook deze tellingen werden uitgevoerd door medewerkers van Alterra Texel middels het afscannen van op kaarten aangegeven vakken van 1 km² met een telescoop. De aangetroffen dichtheden wadvogels werden op kaarten ingetekend en voor de hier beschreven toepassing herleid tot dichtheden per ha. Hierbij is het gebied Balgzand/Wieringen in de maanden augustus-april verschillende keren (afhankelijk van de locatie 1-7 keren) en vrijwel gebiedsdekkend onderzocht (90% van de vakken in dit gebied werd minstens 1 maal bezocht). Voor de in Hoofdstuk 2.4 beschreven analyse werd alleen gebruik gemaakt van gegevens uit het noordelijk deel van het wadgebied Texel-Vlieland-Richel (ten noorden van de Amersfoort-grid Y-coördinaat 573. De frequentie waarmee deze tellingen werden uitgevoerd is aanzienlijk lager dan in de Mokbaai. Met name de wadgebieden midden op het wantij van Vlieland bleken te moeilijk bereikbaar om te kunnen worden bezocht. Om dezelfde reden zijn van het relatief moeilijk bereikbare gebied aan de zuidkant van de Vlakte van Kerken, langs het Scheurrak-Omdraai, de Doove Balg en het Zuidoostrak van slechts enkele plekken inventarisatiegegevens beschikbaar.
- Hoogwatertellingen. Dergelijke tellingen, die in de Waddenzee tegenwoordig met een frequentie van 5 maal per jaar worden uitgevoerd, hebben een traditie die teruggaat tot begin jaren '70. In de hier gebruikte analyse is gebruik gemaakt van gegevens uit de midwinterperiode (uit de maanden november – januari) uit de westelijke Waddenzee uit de jaren 1980-1992 (Meltote *et al.* 1994). De data zijn afkomstig uit de deelgebieden Texel, Vlieland, Richel, Terschelling en Balgzand/Wieringen en zijn gebruikt om de via modellen berekende aantallen voor de westelijke Waddenzee te vergelijken met werkelijk aanwezige aantallen.

2.4 Benthosdichtheden in relatie tot sediment

Het voorkomen van bodemdieren op het wad in relatie tot het sediment waarin zij leven is bepaald door middel van uitgebreide surveys in de westelijke Waddenzee. Hiervoor stonden de volgende datasets ter beschikking:

- Sedimentgegevens uit juni-juli uit de jaren 1998-2001 uit de Texelse Mokbaai van Alterra, op basis van integrale surveys met vakken van 1 ha, verzameld vanaf een ondiep stekende boot. Hierbij is in het midden van elk vak 1 sedimentmonster verzameld, steekbuisdiameter 5 cm, steekdiepte 10 cm. Er werd gebruik gemaakt van sedimentmonsters die zijn verzameld in 2001, die werden geanalyseerd via de Coulter Laser Particle Analyzer van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (Texel), met voorbehandeling (toevoegen van zoutzuur en waterstofperoxide) ter verwijdering van carbonaten en organisch materiaal. De verzamelde dataset omvatte elk jaar ongeveer 115 monsters.
- Sediment- (en benthos)gegevens uit augustus-oktober 1998 uit het gebied oostelijk van Texel, op basis van een integrale survey met vakken van 0,5 km² verzameld vanaf een ondiep stekende boot. Hierbij is steeds in het midden van elk vak 1 bodemfaunamonster verzameld, bestaande uit 2 steken (steekbuisdiameter 10 cm, steekdiepte 30 cm, uitgezeefd over een 2 mm zeef). Op elke locatie werd bovendien 1 sedimentmonster verzameld, steekbuisdiameter 5 cm, steekdiepte 10 cm. Deze sedimentmonsters werden geanalyseerd d.m.v. droog zeven, zonder voorbehandeling. De verzamelde dataset omvat 408 monsters.
- Sediment- (en benthos)gegevens uit juli-augustus 1999, 2000 (niet geheel compleet vanwege relatief lage waterstanden in de monsterperiode) en 2001 uit het gebied Balgzand-Wieringen, verzameld op een identieke wijze als hierboven vermeld (Texel). In alle jaren werden 2 bodemfaunamonsters (2*2 steken) en 1 sedimentmonster per locatie verzameld. Deze dataset omvat resp. 78 (1999), 54 (2000) en 67 (2001) monsters.
- Sedimentgegevens uit juli-augustus 2000 uit het gebied Ameland-Friese kust, op basis van een integrale survey van Alterra, waarbij op elke km² 1 sedimentmonster werd verzameld dat werd verwerkt met behulp van de Coulter Laser Particle Analyzer. Deze dataset omvatte 247 monsters.

De parallel lopende studie van Loonen en Ietswaart (in Bokhorst *et al.*, *in voorbereiding*) naar invloed van saliniteit op de verdeling van benthos in de westelijke Waddenzee leverde habitatinformatie op voor een aantal benthossoorten. Loonen en Ietswaart presenteerden de uitkomsten als waarnemingskansen in een monster. Met behulp van een conversieterm, die voor elke soort weer anders was, is deze trefkans omgerekend naar verwachte dichtheden van een soort in elk vak. Deze uitkomsten zijn ook beschikbaar als habitatkaarten (50*50 m gridcelinformatie). De verdeling van deze trefkansen (en derhalve ook dichtheden) is ook berekend voor de varianten 1 en 2 van het nieuwe spuumiddel.

2.5 Sublitoraal foeragerende vogels

Informatie over de aantallen watervogels is beschikbaar gesteld door Bureau Waardenburg in Culemborg. Waardenburg heeft in 1999, in het kader van de deelstudie ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk, getracht zoveel mogelijk gegevens over de verspreiding en de aantallen watervogels te verzamelen. Deze omvatten:

- Resultaten van maandelijkse tellingen vanuit vliegtuigen, uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbeheersing (RIZA), van de meest algemene op het IJsselmeer voorkomende watervogels. In de analyse werden alleen de gegevens die zijn verzameld tussen 1988 en 1997 gebruikt. Tijdens deze tellingen werd een steeds wisselend deel van de Waddenzee “meegenomen”
- Resultaten van tellingen vanuit vliegtuigen uit januari, uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), van de op de Waddenzee voorkomende watervogels (1993-1998, met name van Eiders en andere duikeenden)
- Resultaten van wad- en watervogeltellingen vanaf de vastelandskust en de Afsluitdijk uit januari, en meer incidenteel uit andere maanden, uit de jaren 1995-2000, uitgevoerd onder de vlag van SOVON, tevens gebruikmakend van data van It Fryske Gea, de Nederlandse Steltloperwerkgroep en lokale deskundigen

De gegevens zijn verwerkt tot dichtheden die aanwezig zijn in telgebieden met een totale breedte van 6 km ter weerszijden van de Afsluitdijk. Basis hiervoor was de door het RIZA ontwikkelde wijze van verwerking van de gegevens. De door het RIKZ aangeleverde gegevens zijn in een GIS bewerkt en vervolgens toegekend aan de door het RIZA ontwikkelde indeling van telgebieden. De onder de vlag van SOVON verzamelde gegevens werden voornamelijk gebruikt ter aanvulling voor soorten die door RIZA en RIKZ onvoldoende dekkend waren geïnventariseerd (zoals de Middelste Zaagbek) (van der Winden *et al.* 1999).

2.6 Zeezoogdieren

Beschrijving van de effecten van gewijzigd spuibehoor op zeezoogdieren heeft plaatsgevonden op basis van informatie over de ligplaatsen van Gewone en Grijs zeehonden (aantallen, aantalsverloop gedurende het jaar, aantalsverloop in de tijd). Deze informatie is gebaseerd op langjarige inventarisaties vanuit de lucht door medewerkers van Alterra Texel.

3 Bewerking van beschikbare data en modellering

Ten behoeve van het verrichte onderzoek zijn drie benaderingen gebruikt om de effecten van verandering van spui-beheer op vogels die van droogvallende wadplaten in de Waddenzee gebruik maken te voorspellen. In de eerste benadering is getracht de verspreiding en de dichtheid van deze vogels (op basis van veldwaarnemingen) te vergelijken met een op basis van correlatieve modellen gesimuleerde situatie zonder zoetwaterspui. Hierbij is gebruik gemaakt van een dataset afkomstig uit gebieden waar geen invloed van zoetwaterspui aanwezig kan zijn. Een dergelijke vergelijking biedt in principe de mogelijkheid een beeld te verkrijgen van de effecten van zoetwaterspui zoals die in de huidige situatie al optreden. Daarmee kan inzicht worden verkregen welke effecten in de toekomst kunnen optreden als gevolg van wijziging van het spui-beheer. De resultaten van deze analyse zijn beschreven in Hoofdstuk 4.

In de tweede benadering wordt onderzocht in hoeverre er een statistisch verband kan worden gevonden tussen de verspreiding van wadvogels en de abiotische omgevingskarakteristieken inclusief de jaargemiddelde saliniteit. Omdat ook bekend is hoe de verdeling van deze jaargemiddelde saliniteit is bij de twee mogelijke spui-varianten, is met behulp van die andere saliniteitsverdelingen berekend hoe de verdeling van foeragerende vogels over de wadplaten in die andere gevallen zou kunnen zijn. In feite wordt berekend hoe de habitatgeschiktheid (zoals vastgesteld met behulp van de statistische analyse) verandert als gevolg van de aanleg van een nieuw spui-middel volgens de beide mogelijke varianten.

De derde benadering lijkt op de tweede, maar nu wordt niet van het verband tussen vogeldichtheden en abiotische omgevingskarakteristieken gebruik gemaakt, maar van verbanden tussen vogeldichtheden en gemeten benthosdichtheden. Met behulp van de verdelingskaarten, zoals door Bokhorst *et al.* (in voorber.) berekend zijn, is een habitatgeschiktheid voor vogeldichtheden berekend voor elke locatie in het waddengebied. De effecten van de aanleg van een derde spui-middel zijn daarna geschat met behulp van de eveneens door Bokhorst *et al.* aangeleverde benthosverspreidingskaarten voor die andere spui-omstandigheden. De resultaten van de tweede en derde benadering zijn beschreven in Hoofdstuk 5.

Zo ontstonden dus drie habitatgeschiktheidskaarten, berekend volgens één of verschillende van bovengenoemde benaderingen, om gezamenlijk de effecten van veranderd spui-beheer in beeld te brengen:

- De actuele situatie waarbij het grootste deel van de spui plaatsvindt in de omgeving van Den Oever
- De situatie waarbij extra noodzakelijke spui-capaciteit wordt verplaatst naar locatie 1 in de omgeving van Kornwerderzand (zie Fig. 1)
- De situatie waarbij extra noodzakelijke spui-capaciteit wordt verplaatst naar locatie 2 in de omgeving van Kornwerderzand

Het verschil tussen de verwachte toestand voor spuivarianten 1 en 2 en de oorspronkelijke verdeling is vervolgens berekend om de veranderingen aan te geven die volgens de analyses zouden kunnen optreden door aanleg van de betreffende variant.

De resultaten van de uitgevoerde modellering zijn voorgelegd aan een beoordelingscommissie van ter zake kundige experts van RWS-RDIJ, RIZA en RIKZ en aan enkele onafhankelijke onderzoekers van NIOZ, NIOE-CEMO en RIVO-CSO. Van hun commentaren is dankbaar gemaakt voor het aanpassen van de modellen en voor de formulering van de conclusies die uit de modeluitkomsten zijn afgeleid.

3.1 Statistische toetsing

Bij de statistische analyse spelen, zoals gewoonlijk, twee aspecten een rol. Ten eerste is er een dataset met onafhankelijke (X) en afhankelijke grootheden of variabelen (Y) waartussen een zeker verband verondersteld of gezocht wordt. Als gevolg daarvan begint elke analyse met een zekere verwachting van de aard van het verband (ervan uitgaande dat er wel iets bekend is over het onderwerp). Wordt een lineair verband verwacht, of een verband met een optimum?

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N) \quad [1]$$

Inspectie van de waarnemingen is daarbij een belangrijk hulpmiddel, evenals (eventueel aanwezig) inzicht in welke mechanismen een rol (zouden kunnen) spelen. De afhankelijke variabele is in dit onderzoek de dichtheid van een vogelsoort.

Ten eerste zijn als onafhankelijke variabelen (mogelijk) van belang:

- de mediane korrelgrootte. In dit geval werd gebruik gemaakt van M0 waarden, de mediane korrelgrootte van het gehele monster
- het slibgehalte
- de diepte
- het jaargemiddelde van de saliniteit

Omdat M0 en slibgehalte gecorreleerd zijn (zie o.a. Zwarts 1988), is het in de regel niet zinvol om mediane korrelgrootte én slibgehalte tegelijk als onafhankelijke variabele te gebruiken.

Ten tweede zijn de dichtheden van benthossoorten mogelijk sturend. Zoals in Hoofdstuk 2.5 wordt aangegeven, is het statistische resultaat van de analyse één van de maten voor de modelkeuze.

Voor de analyse van het verband tussen vogeldichtheden (ρ) en de omgevingsvariabelen korrelgrootte, slib, saliniteit en diepte is van een Gegeneraliseerde Lineaire Modelleringstechniek (GLM) gebruik gemaakt (McCullagh & Nelder 1989, Dobson 1990).

De waargenomen dichtheden p_i moeten vergeleken worden met de verwachte dichtheden $E p_i$. De koppeling (schaaltransformatie) tussen het niet-lineaire model en de waarnemingen heet de link-functie. In GLM-termen: het argument van de exponentiële functie heet het model; de link-functie beschrijft het verband tussen model en de verwachting. Deze link-functie is logaritmisch in het geval van een Poisson of normale verdeling van p_i :

$$\ln(E p_i) = MODEL \quad [2]$$

Een (deel-)model luidt, wanneer een Poisson-verdeelde dichtheid beschreven moet worden:

$$E p_i = \exp(a + bX + cX^2) \quad [3]$$

waarin X staat voor één van de abiotische omgevingsvariabelen. De parameters a , b of c kunnen mogelijk 0 zijn. Dit model kan eenvoudig uitgebreid worden voor de drie hierboven genoemde mogelijke omgevingsvariabelen.

Als twee modellen met elkaar vergeleken worden, is de residuele deviantie (rd) van belang:

$$rd = -2 \ln \left[\frac{P(\text{gerealiseerde uitkomsten onder het model})}{P(\text{gerealiseerde uitkomsten onder het verzadigde model})} \right] \quad [4]$$

Een verzadigd model is dat model dat perfect past. De deviantie wordt ook vaak de log-likelihood-ratio genoemd. Ze is altijd te gebruiken om aan te geven hoe goed de fit is, onafhankelijk van het type van de verdeling van de respons. Is de respons normaal verdeeld, dan is de deviantie gelijk aan de restkwadraatsom (en wordt die gebruikt). Voor andere verdeling neemt de deviantie de rol van de restkwadraatsom over.

Er is gezocht naar die modelbeschrijving waarbij een zo groot mogelijk deel van de deviantie verklaard wordt door het model en waarbij tevens de standaardfout van de parameters zo klein mogelijk is. We hebben een "backward" procedure gebruikt. Eerst zijn alle variabelen tegelijk in de regressie betrokken en vervolgens die variabelen weggelaten waarvoor de standaardfout groot was, en de betrouwbaarheid dus klein. Daarbij is tevens onderzocht hoe de verklarende kracht van het model veranderde. Indien bij het weglaten van een variabele de verklaarde deviantie meer afneemt dan de gemiddelde niet-verklaarde deviantie (de rest-deviantie gedeeld door het aantal overblijvende vrijheidsgraden), dan heeft die variabele blijkbaar iets betekend voor de verklarende kracht van het model. Het blijkt dat soms een weggelaten variabele nauwelijks een verandering in de verklaarde deviantie oplevert.

Zo'n variabele voegde kennelijk (bijna) niets toe aan de verklarende kracht van het model.

Op deze wijze is voor elke vogelsoort gezocht naar die vergelijking die zo goed mogelijk de waargenomen dichtheden beschrijft, met zo weinig mogelijk parameters. De toegepaste analyse levert een model op waarin de dichtheden als functie van bijvoorbeeld diepte en mediane korrelgrootte (M_0) worden beschreven. Tevens is het uiterlijk van de grafieken beoordeeld. Soms bereikt een berekende dichtheid bij extreme waarden van de diepte of de mediaan (naar het oordeel van AGB) onrealistische waarden. In een aantal gevallen is dat een reden geweest de betreffende set parameters te verwerpen.

Het is cruciaal dat de berekende habitatgeschiktheid voor het westelijke deel van de Waddenzee appelleert aan de inzichten van experts. Immers, ook zonder dat getalsmatige gegevens beschikbaar zijn bestaat wel degelijk kennis over waar bepaalde vogelsoorten zich bij voorkeur ophouden. Bij zo'n toetsing moet de expert zijn/haar fiat geven aan het gemodelleerde verspreidingsbeeld en/of de uiteindelijk berekende aantallen in een bepaald gebied..

Voor het verband tussen dichtheden van foeragerende vogels en benthos is een lineaire multiële regressie gebruikt. Dat is uiteraard te verbeteren omdat de foerageercharacteristieken van vogels in een aantal gevallen zeker dichtheidsafhankelijke kenmerken vertonen (voor zowel vogel- als voor prooidichtheden), maar het voerde in dit kader te ver om die aspecten alle in het onderzoek te betrekken. De kennis over dit type mechanismen is nog te fragmentarisch om deze standaard in de zoektocht naar verbanden op te nemen. Er restte dus een analysemodel van het type:

$$E\rho = a + bX_1 + cX_2 + \dots nX_N \quad [5]$$

waarbij $E\rho$ weer de verwachte vogeldichtheid, en X_i ($i=1..N$) de dichtheid van de N benthossoorten. Analooq aan de vorige analyse worden weer de minst significante termen (X_i) geschrapt, tot dat een model resteert waarbij die termen overblijven die een bijdrage leveren aan de verklarende kracht van het statistische vergelijking.

3.2 Modelleriq van vogeldichtheden op basis van hoogteligging en mediane korrelgrootte, zonder zoetwaterinvloed

Ten behoeve van deze modelleriq werd gebruik gemaakt van een gegevensset die was samengesteld uit data uit de Mokbaai (Texel), van het noordelijk deel van het waddengebied tussen gebied Texel en Vlieland (zijnde het deel waarin geen invloed van zoetwater kan worden verwacht, i.c. het gebied ten noorden van de Amersfoort-grid Y-coördinaat 573) en het wad tussen Ameland en de Friese kust. Deze gegevens werden verzameld in het kader van een Alterra-project waarin de relatie tussen sediment, hoogteligging en bodemfauna/wadvogels werd onderzocht.

De resultaten van de in Hoofdstuk 2.4 beschreven bemonsteringen zijn gebruikt in een correlatieve analyse waarin naast sedimentgegevens ook de dichtheden wadvogels en de hoogteligging van de wadplaten zijn verdisconteerd. Hierbij werd gebruik gemaakt van de mediane korrelgrootte van het gehele monster (M0), hoogteligging van de monsterlocatie (in cm ten opzichte van NAP) en vogeldichtheden tijdens laag water (uitgedrukt in aantal/ha). De uitkomsten van de gevonden relaties zijn vervolgens geëxtrapoleerd over het waddengebied Balgzand (tussen Den Helder en de Van Ewijksluis) en Breehorn (ten noorden van Wieringen). Basis voor deze extrapolatie waren datasets over sedimentkarakteristieken en hoogteligging (t.o.v. NAP) van het RIKZ. De uiteindelijke uitkomsten van de uitgevoerde analyse kunnen zowel bestaan uit kaartbeelden, waarin de verspreiding van een vogelsoort in een groot gebied kan worden weergegeven, als uit absolute getallen waarmee het voorspelde aantal van een bepaalde vogelsoort in een bepaald gebied kan worden uitgedrukt.

De resultaten van de modelberekeningen, met als uitkomst een voorspelling van de aantallen wadvogels in de wadgebieden Texel-Vlieland-Richel en Balgzand-Wieringen, zijn vergeleken met op veldwaarnemingen gebaseerde gegevens over dichtheden en verspreiding en tellingen van wadvogels tijdens hoogwater (Hoofdstuk 2.3). Omdat deze tellingen alleen een beeld geven van de totale aantallen in de onderzochte wadgebieden, en ook niet synchroon zijn met de waargenomen laagwatersverspreidingen, kunnen deze totalen enkel als leidraad gelden en niet als absolute maat voor de kwaliteit van het resultaat van de habitatanalyses.

De resultaten van deze analyse worden gepresenteerd in Hoofdstuk 4.

3.3 Modelleren van vogeldichtheden op basis van hoogteligging, sedimentkarakteristieken en zoutgehalte

Bij de modellering van vogeldichtheden zijn, zoals aangegeven in Hoofdstuk 3.1, verschillende methoden gebruikt, omdat op voorhand niet bekend was welke techniek succesvol zou zijn. Basisgedachte is geweest dat, indien vogels zich over het wad verspreiden op een manier waarbij de invloed van zoet water een rol speelt, er dan ook een statistische relatie moet bestaan tussen de verdeling van zoetwater zelf en de verdeling van de foeragerende vogels, ongeacht het gegeven dat de feitelijke reden van die verspreiding ligt bij de verspreiding van het voedsel van die vogels. Daarom is in eerste instantie gezocht naar verbanden tussen vogeldichtheden en gemiddelde zoutgehalten, zoals die zijn aangeleverd door het RIKZ, plus de abiotische karakteristieken slib of korrelgrootte en diepte.

In het geval van de modellering van abiotische omgevingsfactoren is de westelijke Waddenzee met behulp van een GIS-applicatie in een 50*50 m grid opgedeeld. Voor elke gridcel is uit bestaande Waddenzee-dekkende, achter de analyse liggende kaarten, bekend wat de mediane korrelgrootte, de diepte en het slibgehalte is. Met de regressievergelijking die voortkomt uit de analyse van de vogeldichtheden tegen habitatkarakteristieken (sediment, diepte en zoutgehalte) wordt voor elke cel een

vogeldichtheid berekend, deze (dichtheden*celoppervlakte) worden voor het hele westelijke waddengebied opgeteld, wat een totaal vogels voor dit gebied oplevert.

In eerste instantie is gekeken in hoeverre groepering van de omgevingsvariabelen iets opleverde. Het gemiddelde zoutgehalte, het slibgehalte en de mediane korrelgrootte zijn in 10 intervallen opgedeeld, en voor elk interval is de gemiddelde vogeldichtheid berekend, plus de standaardvariatie ($sv = \text{SQRT}(\text{kwadratensom}/(n-1))$), waarin n het aantal waarnemingen is dat bij dat betreffende interval hoort, en de kwadratensom berekend wordt uit de gemiddelde vogeldichtheid in dat interval, en de overige waargenomen dichtheden. Vervolgens is gezocht naar deelmodellen die een verband zouden kunnen beschrijven tussen die omgevingsvariabelen en de waargenomen vogeldichtheden, waarbij de waarde $1/sv$ een weegfactor is die het belang van de waarneming in het betreffende interval aangeeft. Bij deze dataverwerking worden uitsluitend deelmodellen gevonden (bijvoorbeeld dichtheid = functie van mediane korrelgrootte). Door combinatie van deelmodellen wordt het uiteindelijke model gevonden:

$\text{vogeldichtheid} = \text{evenredigheidsconstante} * \text{deelmodel}(\text{diepte}) * \text{deelmodel}(\text{slib } \text{óf} \text{ mediane korrelgrootte}) * \text{deelmodel}(\text{zoutgehalte})$

Er wordt dus óf van het deelmodel voor slib óf van het deelmodel voor mediane korrelgrootte gebruik gemaakt, plus van het deelmodel voor diepte. De evenredigheidsconstante wordt gebruikt om het totaal aantal vogels overeen te laten komen met het totaal aanwezige aantal in de Waddenzee.

Ook zonder groepering van data is een niet-lineaire regressie mogelijk. De vergelijkingen 1-4 volgend kunnen ook alle parameters in één keer geschat worden. Omdat geen deelmodellen met elkaar vermenigvuldigd worden is het nu wel mogelijk om een totaalschatting van de aantallen in de westelijke Waddenzee te berekenen en deze te vergelijken met waarnemingen. De verspreiding wordt eveneens getoetst met behulp van expert judgement.

3.4 Modelleren van vogeldichtheden op basis van de responscurves van Bokhorst et al.

Voor de analyse van het verband tussen vogeldichtheden (ρ) en benthosdichtheden is van een multiële lineaire regressie gebruik gemaakt. De dichtheid van een vogelsoort hangt daarbij lineair af van de dichtheden van één of meerdere benthossoorten:

$$\rho = a + bX_1 + cX_2 + \dots \quad [6]$$

waarin X_1, X_2, \dots staan voor de dichtheden van de benthossoorten, en a, b, c.. voor de te zoeken parameters. De berekende vogeldichtheid ρ wordt vergeleken met de waargenomen waarden. Hierbij vindt een minimalisatie van de kwadratensom KS plaats:

$$KS = \sum (\rho_i - W_i)^2 \quad [7]$$

Hierin zijn W_i de waarnemingen en ρ_i de geschatte (met de regressievergelijking berekende) waarden voor ρ .

Hierbij is hetzelfde stramien gevolgd als voor de in Hoofdstuk 3.1. beschreven Gegeneraliseerde Lineaire Modellerings: gezocht wordt naar die combinatie van X_1 , X_2 , ... etc, waarbij de parameterwaarden a, b, c, \dots een zo klein mogelijke onnauwkeurigheid vertonen en de verklaarde kwadratensom zo groot mogelijk is. Eveneens wordt gekeken naar de mate van verandering van de verklaarde kwadratensom wanneer een onafhankelijke variabele wordt verwijderd uit het model. Tenslotte wordt de berekende vogelverspreiding over het wad vergeleken met hoogwatertellingen en kennis over de vogelverspreiding (op basis van expert judgement).

In deze analyses is gebruik gemaakt van de in 1998-2000 verzamelde benthosgegevens uit het gebied Texel – Vlieland – Balgzand/Wieringen die zijn gebruikt in de door het RIKZ uitgevoerde analyse van de relatie tussen het voorkomen van benthos en saliniteit (Loonen & Ietswaart 2002).

Voor de hierboven genoemde gridcellen zijn uit de resultaten van deze studie kansen op voorkomen van de meeste benthossoorten bekend. Bokhorst *et al.* (*in voorber.*) hebben daarna nog middels een schatting aangegeven hoe deze kansen moeten worden geïnterpreteerd in termen van benthosdichtheden. De vogeldichtheden (nu gerelateerd aan de waargenomen benthosdichtheden) zijn berekend met behulp van de multiële lineaire regressievergelijking plus de omrekening van kans op voorkomen naar benthosdichtheden. Deze benadering levert een verspreidingsbeeld op, en een totaal aantal vogels voor de westelijke Waddenzee. De uitgevoerde berekeningen leveren ook een beeld voor de T-nul-situatie op (oftewel een voorspelling van de dichtheden en de verspreiding van wadvogels in de huidige spuisituatie), een beeld voor spuivariant 1 (in Fig. 1 aangeduid met 1) en een beeld voor spuivariant 2A.

De resultaten van deze analyses worden gepresenteerd in Hoofdstuk 5.

4 Gemodelleerde dichtheden wadvogels op het wad van Balgzand-Wieringen (zonder zoetwaterinvloed) vergeleken met de werkelijke situatie

Voor deze analyse is gebruik gemaakt van benthosgegevens, sedimentgegevens en vogeltellingen die zijn uitgevoerd in de westelijke en centrale Waddenzee, maar in alle gevallen in gebieden waar geen sprake was van een duidelijke zoetwaterinvloed. Tellingen en bemonsteringen uit het Balgzand zijn in deze analyse dus niet meegenomen. Doel was om aan de hand van gemodelleerde dichtheden te onderzoeken of er in de omgeving van de spuiemiddelen andere dichtheden voorkomen dan op basis van de modellen aanwezig zouden moeten zijn. De analyse is uitgevoerd volgens de GLM-procedure, zoals beschreven in de inleiding van Hoofdstuk 3.1. Deze heeft voor 8 wadvogelsoorten correlaties opgeleverd die zijn doorvertaald naar totale aantallen en een verspreidingsbeeld binnen het gebied Texel/Balgzand-Vlieland-Terschelling. De keuze van de uitkomst van het model werd bepaald door zowel de grootte van de mate van significantie van de verschillende factoren in het model maar ook door het grafische beeld dat de verschillende modellen opleveren (klopt de verspreiding zoals weergegeven in responscurves met het beeld dat we in het veld van de betreffende soort hebben) en de voorspelling van de totale in het studiegebied aanwezige vogelaantallen die een extrapolatie van de modelwaarden oplevert.

Tabel 1 geeft een overzicht van de parameters die een model opleveren dat overeen komt met de in Hoofdstuk 3 geformuleerde voorwaarden en op het oog een goede afspiegeling opleveren van de relaties tussen het voorkomen van de soorten en de voor de modellering gebruikte habitatkenmerken

Tabel 1. Gebruikte verklarende parameters in de responsmodellen. D staat voor diepte, Mo voor mediane korrelgrootte, D2 voor diepte², Mo voor de mediane korrelgrootte vanaf 0 µm, Mo2 voor het kwadraat van deze waarde. De laatste twee kolommen staan voor combinaties van deze parameters

	D	D2	Mo	Mo2	D*Mo	(D*Mo)2
Bergeend	x	x	x			
Scholekster	x	x	x			x
Bontbekplevier	x	x	x		x	x
Kanoet	x	x	x	x		
Bonte Strandloper			x	x	x	x
Rosse Grutto	x	x	x			
Wulp	x	x	x	x	x	
Tureluur	x	x			x	

Tabel 2. Vergelijking van de werkelijk getelde aantal wadvogels in het gebied Texel – Vlieland – Griend-Terschelling – Balgzand/Wieringen en de via extrapolatie van responscurves verkregen aantalschattingen voor hetzelfde gebied

	telling	extrapolatie
Bergeend	9160	78964
Scholekster	72185	
Kanoet	45110	34856
Bonte Strandloper	23853	218803
Wulp	20564	154052
Tureluur	2968	39014

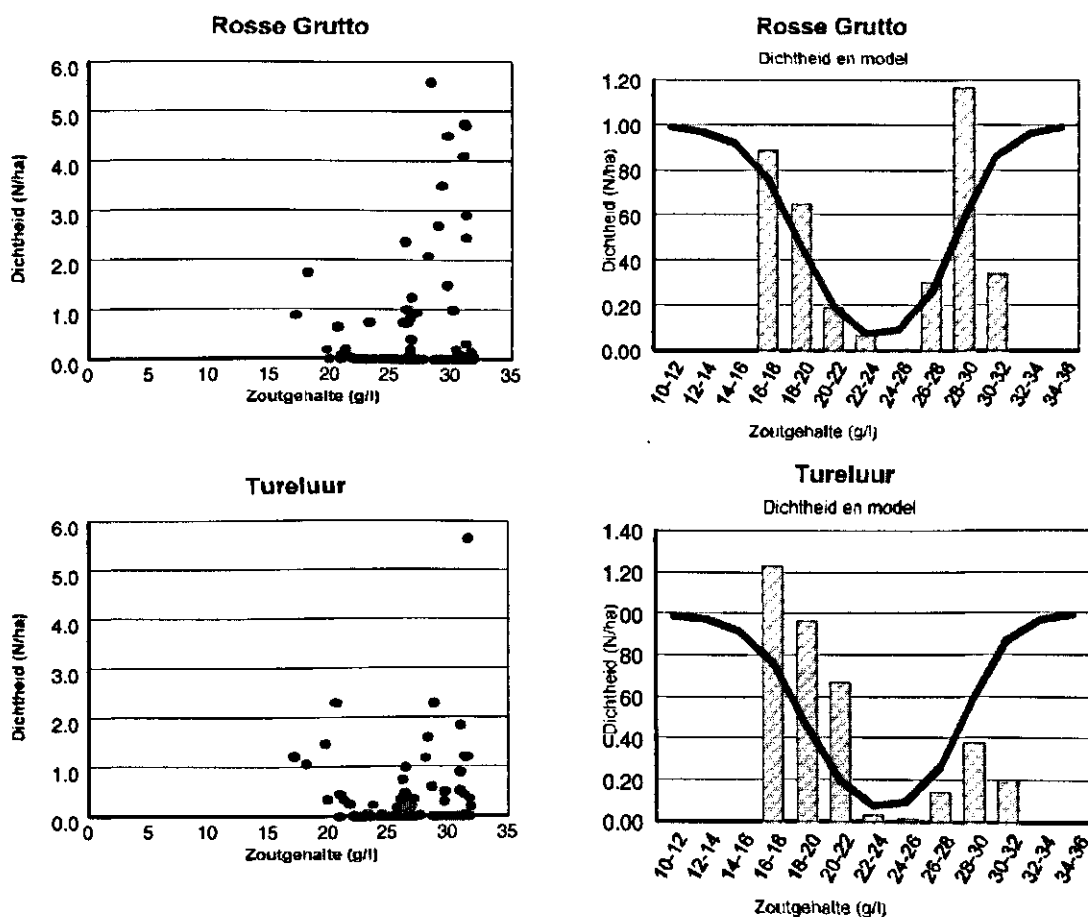
De gevonden responscurves zijn vervolgens doorgerkend naar de in de westelijke Waddenzee aanwezige habitattypen. Hierbij is gebruik van gemaakt van informatie uit de gebiedsdekkende surveys van de sedimentsamenstelling en hoogteligging van de wadplaten. De resultaten van de toegepaste extrapolatie, voor het 60.000 ha grote gebied Texel/Balgzand – Vlieland– Terschelling, zijn weergegeven in Tabel 2. De vertaling van de gemodelleerde data naar verspreidingskaarten leveren over het algemeen een verspreidingsbeeld op dat vrij goed overeenkomt met empirisch verkregen data. De vertaling van de gevonden responscurves naar absolute aantallen in de westelijke Waddenzee laten echter voor vrijwel alle bestudeerde soorten onrealistisch hoge aantallen zien, die sterk afwijken van de werkelijkheid. Sommige combinaties van parameters leveren honderdduizenden exemplaren van een bepaalde vogelsoort op terwijl er in werkelijkheid maar enkele tienduizenden in het gebied aanwezig zijn. Eén van de mogelijke oorzaken waarom de extrapolatie veel te hoge aantallen oplevert is dat het basismateriaal (de vogeltellingen) te sterk afwijkt van de in de Waddenzee aanwezige gemiddelde dichtheden wadvogels. Kennelijk vormen de gekozen studiegebieden geen echt representatief beeld van de Waddenzee, zoals overigens geen enkele deelselectie uit de Waddenzee een representatief beeld op zal leveren. Waarschijnlijk weegt relatief zwaar dat veel dicht bij de kust gelegen deelgebieden (met relatief hoge dichtheden vogels) zijn gekozen, zowel in de Mokbaai als in het gebied tussen Ameland en de Friese kust. Een tweede, en waarschijnlijk belangrijker, foutenbron is dat met name voor de relatief zandige en slikkige gebieden onvoldoende basis(veld)gegevens van de dichtheden wadvogels beschikbaar zijn. Hierdoor kan met name voor gebieden met hoge en lage mediane korrelgroottes geen nauwkeurige maat voor de vogeldichtheid worden gemodelleerd. De gegenereerde responscurves worden daardoor (te) veel bepaald door een extrapolatie van dichtheden vanuit gebieden waaruit wel veel gegevens beschikbaar zijn. Wanneer deze gegevens vervolgens worden doorgerkend naar dichtheidskaarten of absolute aantallen leveren ze een relatief grote bijdrage aan het totaalresultaat, met als gevolg een onnauwkeurig (en vaak te hoog) resultaat voor dichtheden in specifieke habitats en in totaal aanwezige aantallen. Vooralsnog ontbreekt het met name aan voldoende basisgegevens van de dichtheden vogels bij laag water en, meer specifiek, aan basisgegevens uit de gehele range van aanwezige habitattypen. De gebruikte datasets met vogeldichtheden tijdens laagwater zijn momenteel echter de enige die voor de Waddenzee beschikbaar zijn.

Vanwege de grote verschillen tussen gemodelleerde en werkelijk in het studiegebied aanwezige aantallen zijn deze gegevens verder niet gebruikt in de beoordeling van de effecten van een derde spuumiddel.

5 Gemodelleerde effecten van veranderd spuibeheer op de aantallen en verspreiding van benthos en, daarvan afgeleid, de aantallen wadvogels

In totaal is van “slechts” 8 soorten wadvogels onderzocht of en op welke wijze zij reageren op veranderingen in de zoetwatertoevoer naar de Waddenzee. Voor deze analyse is gebruik gemaakt van benthosgegevens, sedimentgegevens en vogeltellingen die zijn uitgevoerd in de westelijke Waddenzee, inclusief gebieden waar een min of meer duidelijke zoetwaterinvloed aanwezig is. De onderzochte vogelsoorten bestaan uit een aantal talrijk aanwezige soorten plus enkele soorten met karakteristieke verspreidingspatronen, soorten die een uiteenlopende leefwijze hebben en die hun foerageergebieden op verschillende wijzen exploiteren. In Fig. 3 is weergegeven welke relaties er zijn gevonden tussen de dichtheden die in het veld werden vastgesteld en de zoutgehaltes die op die locaties gemiddeld aanwezig waren.

In het geval van de Rosse Grutto *Limosa lapponica* en de Tureluur *Tringa totanus* zijn alle datapunten die in deze analyse zijn gebruikt weergegeven plus de per zoutgehalte-cohort aanwezige gemiddelde dichtheden. In beide gevallen is een tweetoppige curve gevonden die suggereert dat er bij zoutgehaltes van 20-28‰ weinig vogels aanwezig



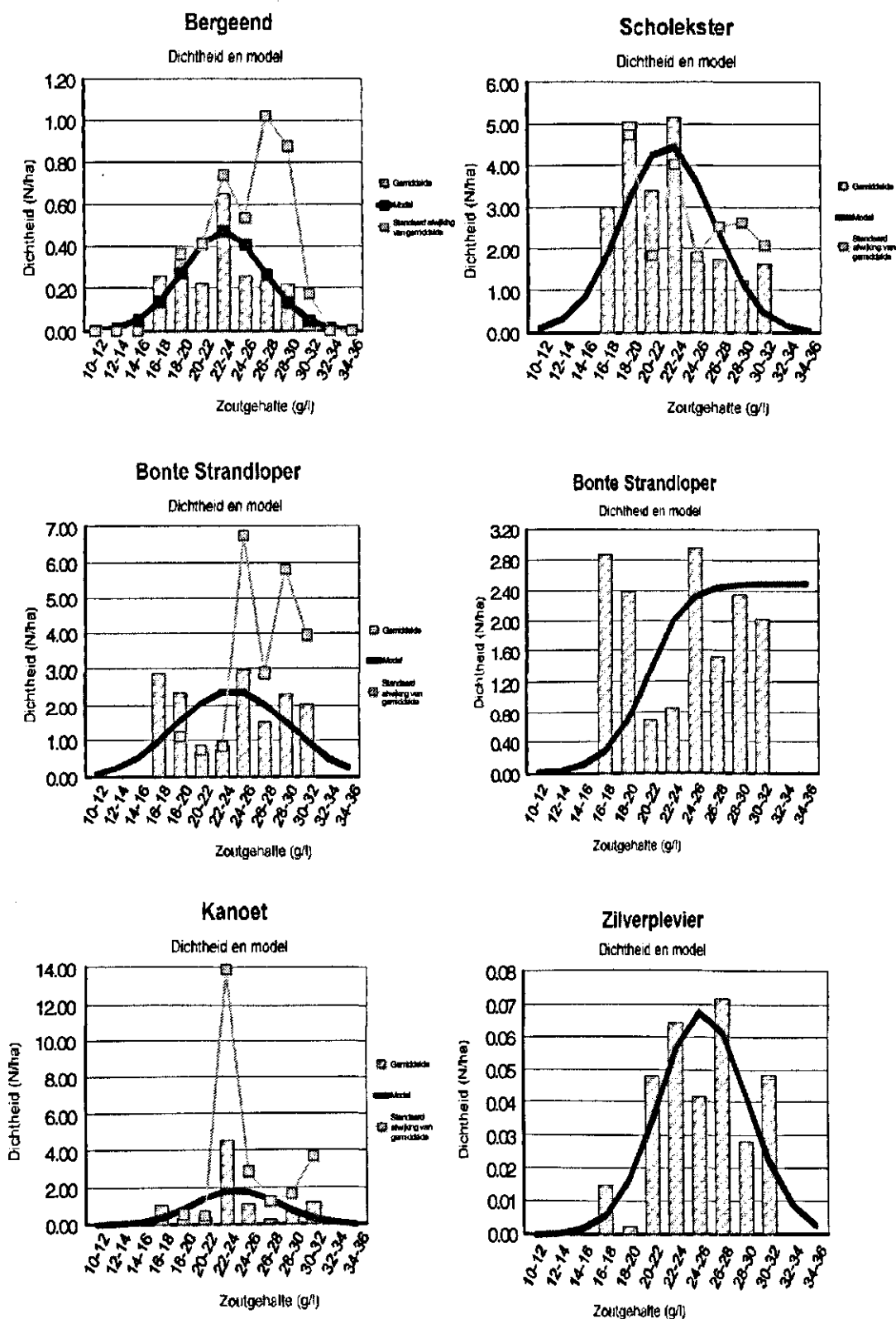


Fig. 3. Relaties tussen het voorkomen van verschillende soorten wadvogels en de zoutgehaltes van de locaties waar deze vogels foeragerend zijn waargenomen. De uitgevoerde tellingen hebben betrekking op door Alterra uitgevoerde inventarisaties van dichtheden foeragerende wadvogels in de westelijke en in het centrale deel van de Nederlandse Waddenzee, de zoutgehaltes op deze locaties hebben betrekking op door Alkyon gemodelleerde gegevens

zijn. In beide gevallen moet sprake zijn van een schijnrelatie. De aanwezige dichtheden van beide soorten worden bepaald door andere milieuomstandigheden. Bij beide soorten is dat met name een hoog slibgehalte, die kennelijk vooral in relatief zoete en relatief zoute delen van het studiegebied voorkomen. In het geval van enkele andere soorten kon een eentoppige curve door de gemiddelde dichtheden per zoutgehalte-cohort worden gefit maar in al deze gevallen blijkt dat er vrijwel geen waarnemingen beschikbaar zijn uit relatief zoete en relatief zoute gebieden. De in Fig. 3 weergegeven soorten laten geen duidelijke voorkeur voor bepaalde zoutgehaltes zien, in het geval van de Bonte Strandloper is duidelijk dat er niet zozeer één curve door de data kan worden gefit maar dat er verschillende mogelijkheden zijn. De algemene indruk die er uit Fig. 3 naar voren komt is dat zoutgehalte geen belangrijke component is die bepaalt in welke dichtheden op de wadplaten foeragerende wadvogels aanwezig zijn.

Vergeleken met de in de westelijke Waddenzee werkelijk aanwezige aantallen (die zijn bepaald door gemiddeldes te berekenen van lange-termijn series van tijdens hoog water uitgevoerde tellingen) levert de modellering in 5 van de 8 onderzochte soorten bevredigende resultaten op. In 2 gevallen liggen de gemodelleerde aantallen ver onder de in werkelijkheid aanwezige aantallen, in één ander geval ligt het gemodelleerde aantal ongeveer een derde onder het werkelijk aanwezige aantal (zie Fig. 4). Voor de Zilverplevier *Pluvialis squatarola* levert de modellering geen bruikbare gegevens op. De aantallen van de Bontbekplevier *Charadrius hiaticula* zijn te klein om goed te kunnen verwerken. Doordat 3 verschillende parameters (korrelgrootte van het sediment dan wel het slibgehalte, diepte en zoutgehalte) een rol spelen is het in de meeste gevallen niet goed mogelijk om eenduidig te verklaren waarom een gebied meer of minder geschikt wordt voor een bepaalde soort. In enkele gevallen kan dat wel: wanneer een soort een duidelijke voorkeur heeft voor slikkig wad en het areaal hiervan neemt door een bepaalde ingreep toe, mag verwacht worden dat een dergelijke ontwikkeling zich, ook wanneer er 2 andere parameters in het geding zijn, toch doorvertaalt naar een uitbreiding van het verspreidingsareaal van die soort.

De multiële-regressie analyse waarin de parameters zout, naast korrelgrootte c.q. slibpercentage en hoogteligging van de wadplaten als parameter zijn meegenomen heeft voor vrijwel alle onderzochte soorten bevredigende verspreidingsbeelden opgeleverd, hoewel de dichtheden in enkele gevallen te hoog zijn uitgevallen. De verspreidingsbeelden zijn weergegeven in de Figuren 5 t.m. 18 en besproken in de Hoofdstukken 5.1 t.m. 5.8. In het geval van de Bergeend *Tadorna tadorna*, Scholekster *Haematopus ostralegus*, Kluut *Recurvirostra avosetta*, Bonte Strandloper *Calidris alpina*, Wulp *Numenius arquata* en Tureluur zijn de kaarten tot stand gekomen door responscurves voor de 3 onderzochte abiotische parameters door te vertalen naar een kaartbeeld. Deze kaarten moeten dan ook worden gelezen als habitatgeschiktheidskaarten. In het geval van de Kanoet *Calidris canutus* en de Rosse Grutto zijn de responskaarten tot stand gekomen op basis van een doorvertaling van het voorkomen van één of meer soorten macrobenthos. Deze kaarten zijn eenvoudiger te interpreteren wanneer slechts één prooidiersoort wordt gegeten: toe-

of afname van een dergelijke prooidiersoort zal zich dan direct doorvertalen in een toe- of afname van een bepaalde vogelsoort. De basisgegevens van de multi-pele-regressie analyse zijn weergegeven in Bijlage 1.

Bij geen van de onderzochte soorten zijn aanwijzingen gevonden dat de absolute aantallen duidelijk beïnvloed worden door veranderingen in het zoutgehalte. Wel treden bij verschillende soorten lichte verschuivingen op in de keuze van foerageergebieden. Het feit dat vogels minder duidelijke wijzigingen in dichtheden laten zien is mogelijk een gevolg van de relatief geringe effecten van de zoutgehalteveranderingen op het voorkomen van bodembewonende prooidiersoorten. Een andere reden is mogelijk dat vogels in staat zijn om te switchen tussen prooidiersoorten: blijkens de gemodelleerde veranderingen van bodemdiersoorten (Loonen & Ietswaart 2002)¹ zal, bijvoorbeeld, het Nonnetje in de omgeving van het Balgzand in dichtheid afnemen terwijl de Kokkel juist talrijker zal worden. In de omgeving van Kornwerd, die onder invloed van het gebruik van een derde spuumiddel zoeter zal worden, is het omgekeerde het geval. Schelpdieretende vogels kunnen hierop anticiperen door in plaats van Kokkels Nonnetjes te gaan eten of omgekeerd. Vergelijkbare dieetwijzigingen zijn mogelijk bij wormeneters, waarbij de Zeeduizendpoot *Nereis diversicolor* o.i.v. een verzoeting in aantal zal afnemen terwijl de Groene zager (*Marenzelleria*) naar verwachting zal toenemen. Dit zou kunnen betekenen dat de veranderingen die worden veroorzaakt door de inzet van een derde spuumiddel voor op wormen foeragerende wadvogels geen effect hebben omdat de als voedsel beschikbare biomassa en vangbaarheid van de prooien niet hoeft te veranderen.

Ander gebruik van de spuumiddelen kan ook tot effect hebben dat een deel van de wadplaten niet meer geschikt zal zijn voor welke bodemdiersoort dan ook. Daarmee vervalt de waarde van een dergelijk gebied als foerageergebied voor wadvogels. Voorstelbaar is dat de uit het gebied met de sterkste zoutgehalteschommelingen verdreven vogels elders voldoende voedsel kunnen vinden. Het is echter ook mogelijk dat omringende wadgebieden “vol” zijn en dat de verdreven vogels niet buiten het gebied met zoutgehalteveranderingen terecht zouden kunnen. In onze analyse hebben wij geen aanwijzingen kunnen vinden dat dit laatste verschijnsel zal optreden.

¹ Voor deze berekeningen is gebruik gemaakt van de in december 2002 door Loonen & Ietswaart gegenereerde correlaties tussen kans op voorkomen van bodemdieren en habitatkenmerken. Berekeningen uit maart 2003, uitgevoerd met behulp nieuw gemodelleerde zoutgehaltes van Alkyon, laten iets andere correlaties zien (Loonen & Ietswaart in Bokhorst *et al.*, in *voorb.*). De doorvertaling van deze benthosdata naar vogelaantallen en vogelverspreiding is niet opnieuw uitgevoerd. De meest recente benthosdata laten voor alle soorten kleinere verschillen zien in kans op voorkomen dan de eerdere versies. Aangezien de uitgevoerde modelmatige doorvertaling naar vogelaantallen voor geen enkele vogelsoort een duidelijke toe- of afname laat zien ten opzichte van de bestaande situatie mag dan ook, bij nog kleinere veranderingen van het benthos, een nog geringere verandering (dan weergegeven in Figuren 4-19) ten opzichte van de gemodelleerde uitgangssituatie worden verwacht

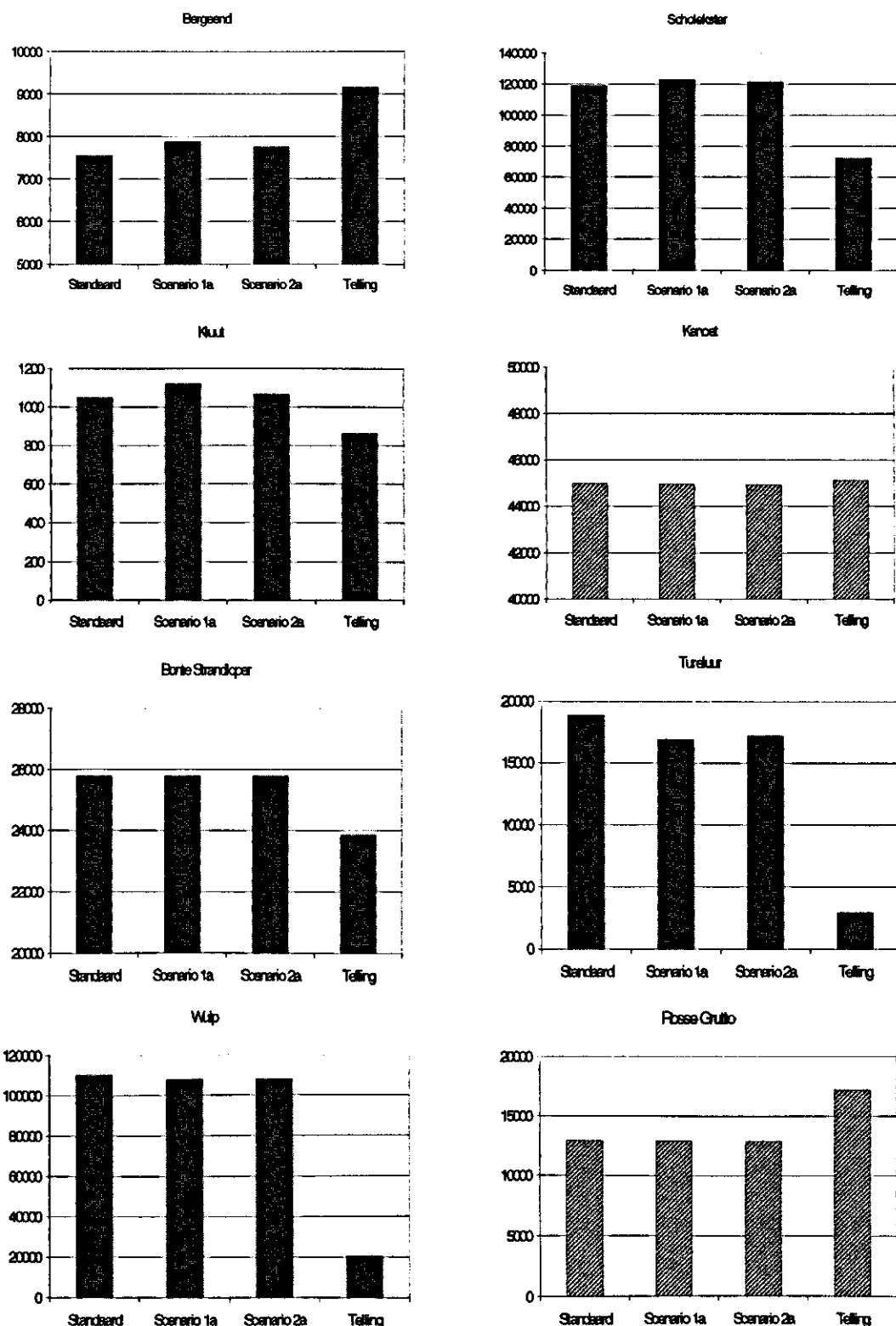


Fig. 4. Vergelijking van de kwalitatieve modeluitkomsten met actuele resultaten van tellingen tijdens hoog water voor het gebied ten westen van het wad van Terschelling voor 8 soorten op wadplaten foeragerende vogels. Per soort zijn weergegeven: de berekende aantallen van de betreffende soort voor de T-nul situatie, de aantallen wanneer extra spui plaatsvindt op locatie 1A, de aantallen wanneer extra spui plaatsvindt op locatie 2A, en de tussen 1980 en 1991 in het gebied getelde aantallen, gemiddeld over de maanden november-januari. De soorten die zijn weergegeven met zwarte balken zijn gemodelleerd met abiotische parameters, de soorten die zijn weergegeven met grijs gearceerde balken op basis van voorspelde veranderingen in de dichtheden van bodemdieren

5.1 Bergeend

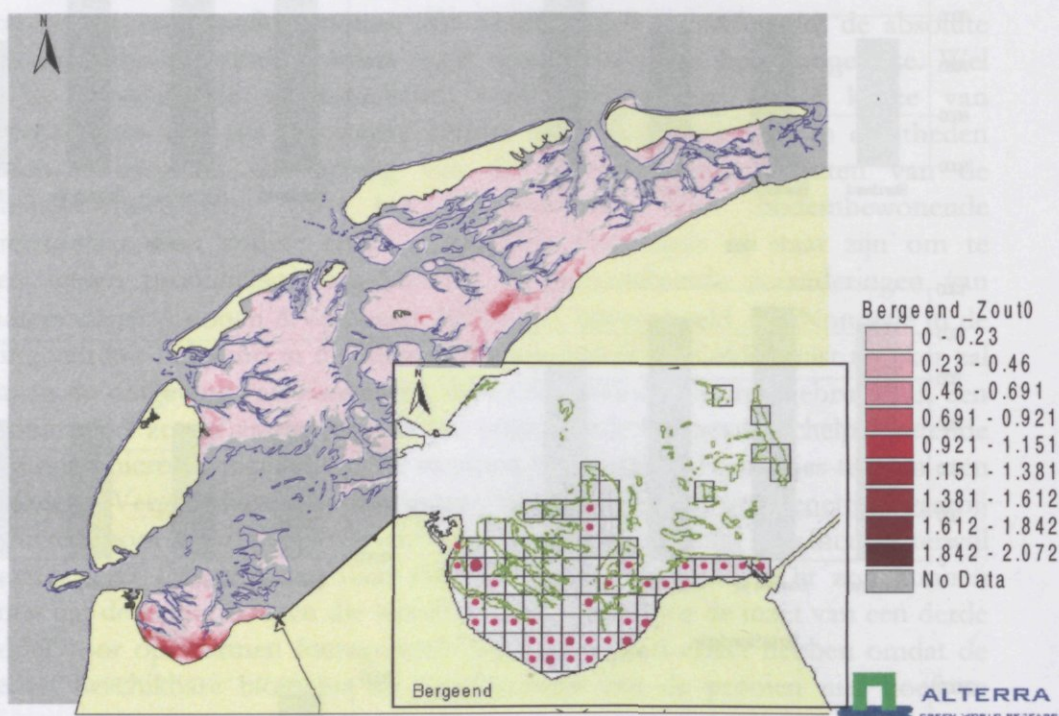


Fig. 5. Verspreiding van de Bergeend (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogtelegging van de wadplaten en saliniteit. In de inzet is het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld op het Balgzand weergegeven

In het geval van de Bergeend komen de gemodelleerde aantallen goed overeen met de tijdens hoog water in het gebied getelde aantallen (zie ook Fig. 4). Ook het op basis van abiotische parameters gemodelleerde verspreidingsbeeld van de Bergeend in het wadgebied Balgzand-Wieringen komt goed overeen met empirische gegevens, voor zover beschikbaar (zie inzet in Fig. 5). Tussen 1996 en 2000 verzamelde waarnemingen (Alterra, *onpubl.*) laten zien dat ook het aan de Texelse kust grenzende deel van de Vlake van Kerken, de zuidelijke rand van de hoge wadplaat Hengst en het wad grenzend aan Vlieland tot de door Bergeenden gefrequenteerde gebieden behoren. Ook in het gebied ten zuiden van Ameland en in het gebied buiten de voormalige landaanwinningswerken langs de Friese kust is de Bergeend, volgens veldwaarnemingen, relatief talrijk. Verder van de kust gelegen gebieden worden door Bergeenden gemedend. Dit verspreidingsbeeld komt goed overeen met het gemodelleerde beeld van Fig. 5. Van het gebied oostelijk van Griend zijn helaas geen veldwaarnemingen beschikbaar.

Verplaatsing van een deel van de spui naar Kornwerd leidt, blijkens Fig. 6A en Fig. 6B tot een lichte afname van de dichtheden op het Balgzand en een lichte toename van de aantallen tussen Griend en de Friese kust. Vergelijking van de dichtheden uit Fig 5 en 6AB laat zien dat de afnames en toenames van de dichtheden in de meest extreme gevallen in de orde van grootte van 10% liggen. Hierbij blijkt het weinig verschil te maken of voor een nieuw spuimiddel de locatie 1 dan wel 2 wordt gekozen. Een gemodelleerde schatting van de aantalsveranderingen van de varianten 1 en 2 levert eveneens nauwelijks verschillen op (Fig. 4). Veranderingen als gevolg van de inzet van een derde spuimiddel hebben derhalve,

volgens de toegepaste modellering, zeer weinig invloed op de te verwachten totale aantallen Bergeenden en een beperkte invloed op de verspreiding.

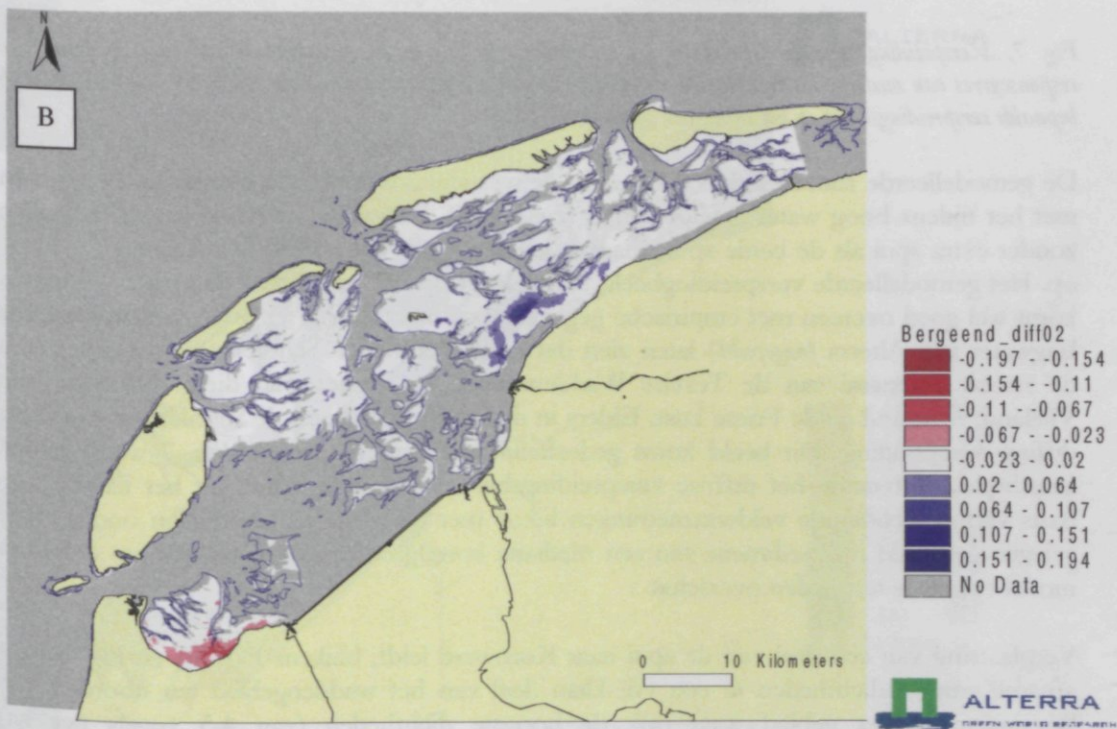
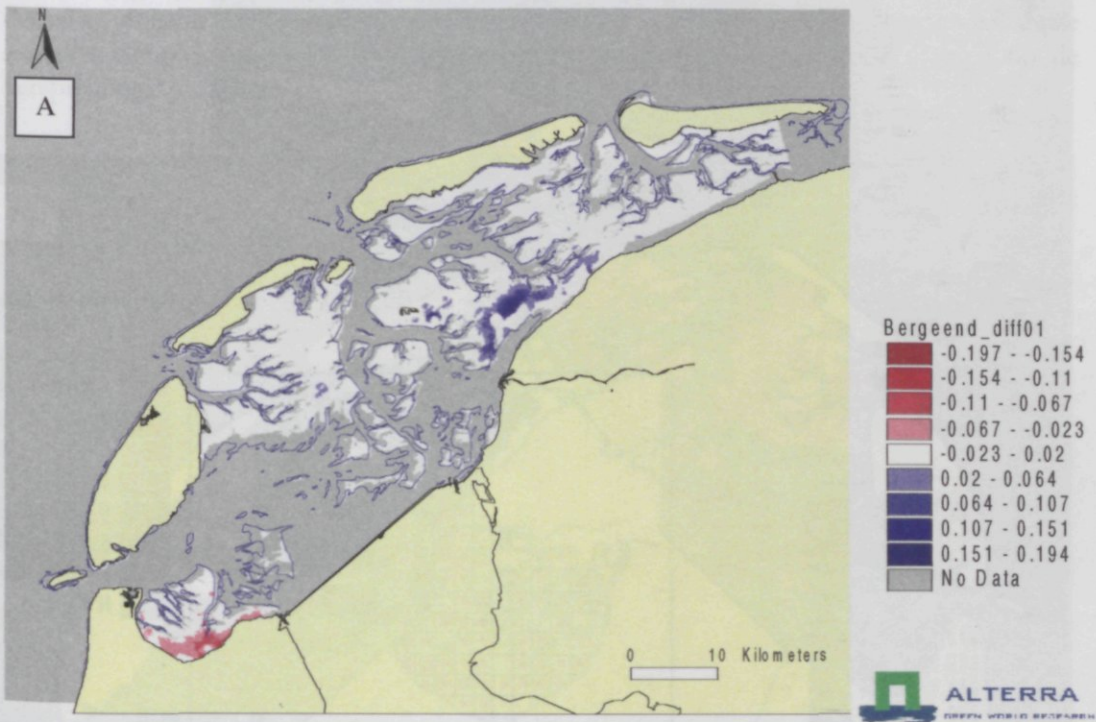


Fig. 6AB. Veranderingen in verspreiding van de Bergeend (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In Figuur 6A is de verandering t.o.v. Fig. 5 weergegeven wanneer een nieuw spuumiddel op locatie 1 zou worden gebouwd, in Fig. 6B de situatie in geval van bouw op locatie 2

5.2 Scholekster

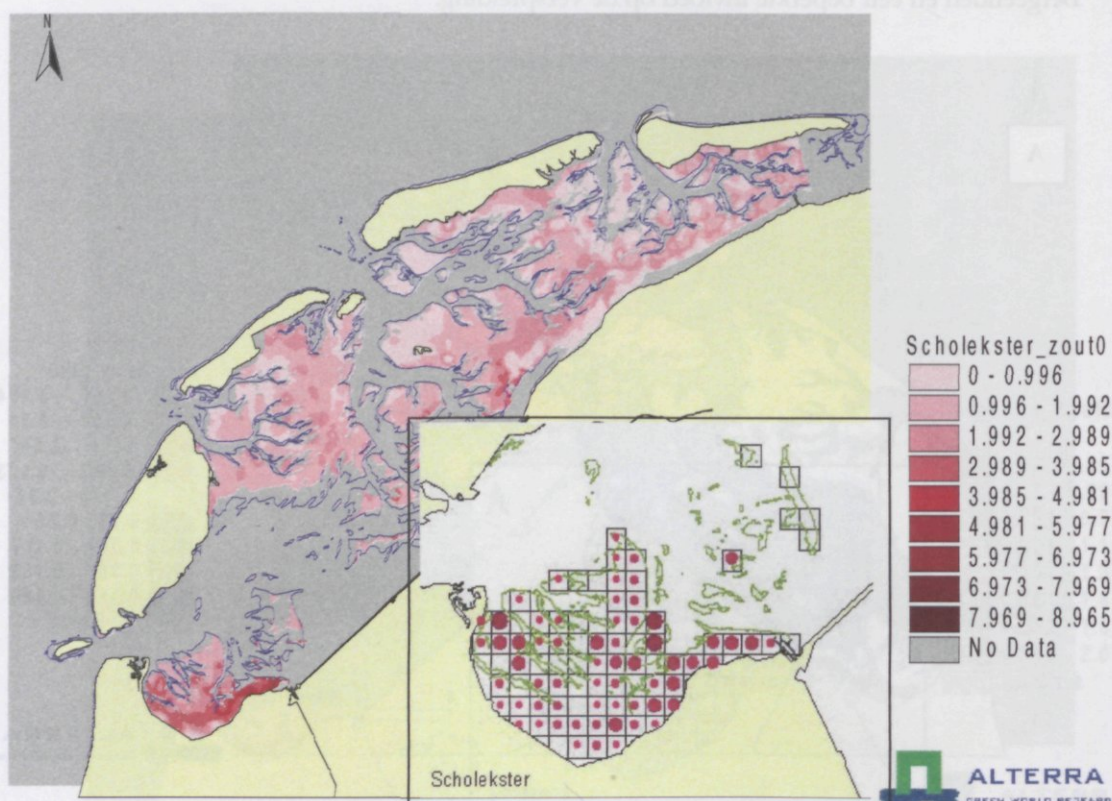


Fig. 7. Verspreiding van de Scholekster (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In de inzet is het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld op het Balgzand weergegeven

De gemodelleerde aantallen Scholeksters in de westelijke Waddenzee komen matig overeen met het tijdens hoog water getelde aantal (zie Fig. 4). Zowel de schatting van de aantallen zonder extra spui als de beide spuivarianten leveren ongeveer 50.000 Scholeksters “te veel” op. Het gemodelleerde verspreidingsbeeld Scholekster op het wadgebied Balgzand-Wieringen komt wel goed overeen met empirische gegevens (zie inzet in Fig. 7). Inventarisaties tijdens laagwater van Alterra (*ongepubl.*) laten zien dat hoge dichtheden Scholeksters voorkomen in de strook grenzend aan de Texelse Waddenzeedijk en in het wad direct grenzend aan Vlieland, Ameland en de Friese kust. Elders in de Waddenzee heeft de Scholekster een meer diffuse verspreiding. Dit beeld komt gedeeltelijk overeen met het in Fig. 7 weergegeven kaartbeeld. Met name het diffuse verspreidingsbeeld blijkt echter niet uit het kaartje. Op basis van de genoemde veldwaarnemingen lijken met name de dichtheden in onder NAP gelegen gebieden met sediment van een mediane korrelgrootte tussen 60-120 μm door het model enigszins te worden overschat.

Verplaatsing van een deel van de spui naar Kornwerd leidt, blijkens Fig. 8A en Fig. 8B tot afname van de dichtheden in een vrij klein deel van het wadengebied ten noorden van Wieringen, in het gebied waar ook de hoogste dichtheden (van 4-5 vogels per ha) voorkomen. De dichtheden zouden hier, volgens de uitgevoerde modellering, afnemen met 0,5-1/ha. Het model laat zien dat de Scholekster licht (0,5/ha) zal toenemen in een vrij groot gebied ten zuiden en ten oosten van Griend. Er is weinig verschil tussen de effecten van een keuze voor de locaties 1 en 2. De gemodelleerde schatting, op basis van veranderingen in

zoutgehaltes, van het in de westelijke Waddenzee aanwezige aantal Scholeksters na ingebruikname van een nieuw spuumiddel laat eveneens weinig verschil zien tussen de beide locaties (Fig. 4). Veranderingen als gevolg van de inzet van een derde spuumiddel hebben derhalve, volgens de toegepaste modellering, weinig invloed op de te verwachten totale aantallen Scholeksters. Er is wel, in een vrij groot gebied, een beperkte invloed op de verspreiding.

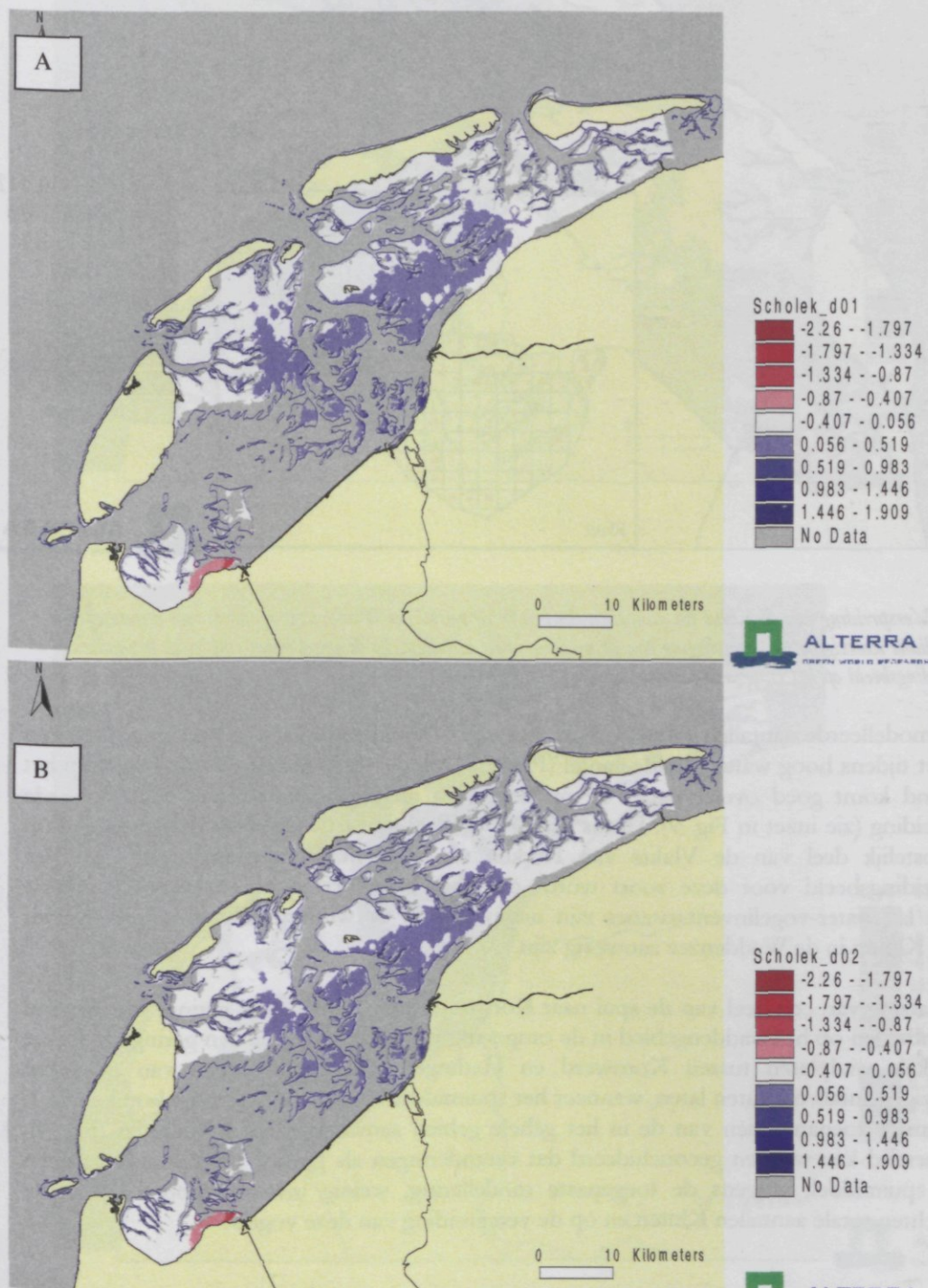


Fig. 8AB. Veranderingen in verspreiding van de Scholekster (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In Figuur 8A is de verandering t.o.v. Fig. 7 weergegeven wanneer een nieuw spuumiddel op locatie 1 zou worden gebouwd, in Fig. 8B de situatie in geval van bouw op locatie 2

5.3 Kluut

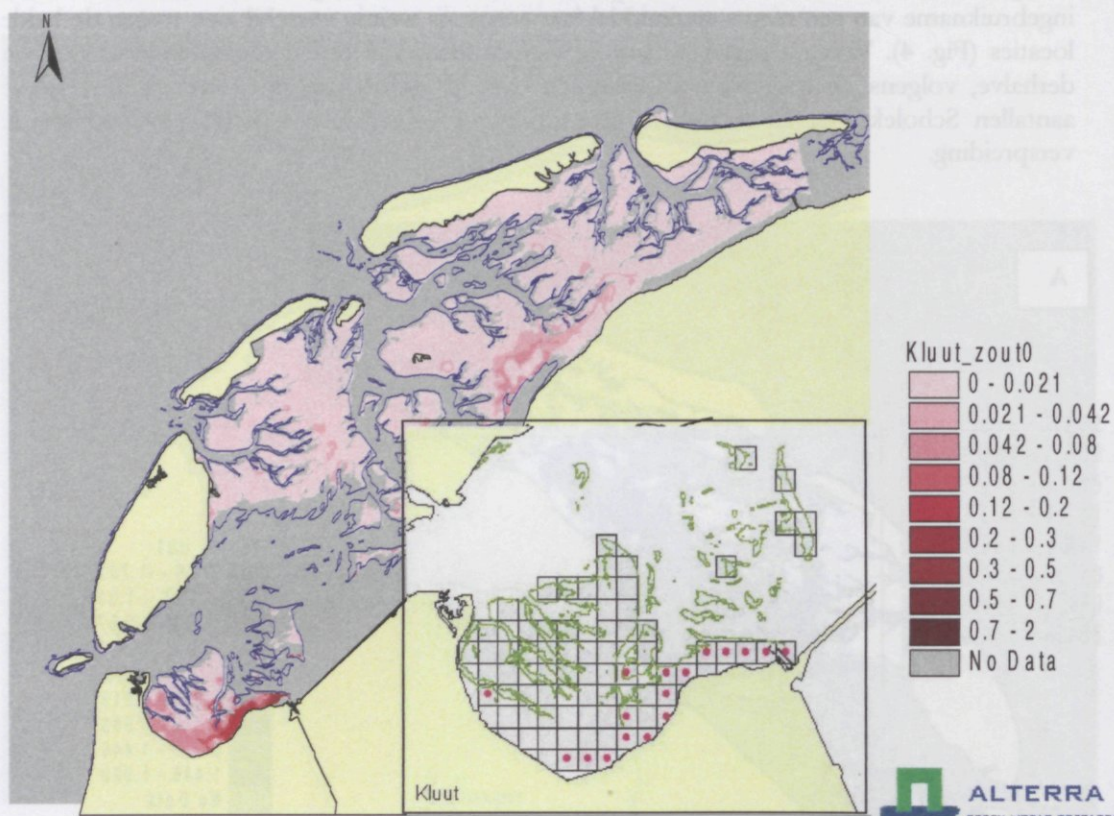


Fig. 9. Verspreiding van de Kluut (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In de inzet is het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld op het Balgzand weergegeven

De gemodelleerde aantallen Kluten in de westelijke Waddenzee komen zeer goed overeen met het tijdens hoog water getelde aantal (Fig. 4). Ook de verspreiding van de Kluut op het Balgzand komt goed overeen met de op basis van abiotische parameters gemodelleerde verspreiding (zie inzet in Fig. 9). Het is echter twijfelachtig of de wat hogere dichtheden op het oostelijk deel van de Vlake van Kerken en langs de Friese kust reëel zijn. Het verspreidingsbeeld voor deze soort wordt duidelijk beïnvloed door het gegeven dat de meeste laagwater-vogelinventarisaties zijn uitgevoerd in de wintermaanden, waarin relatief weinig Kluten in de Waddenzee aanwezig zijn.

Verplaatsing van een deel van de spui naar Kornwerd leidt tot een zeer geringe afname van de dichtheden op het waddegebied in de omgeving van Den Oever en een geringe toename op enkele wadplaten tussen Kornwerd en Harlingen. De berekeningen van de totaal aanwezige aantallen Kluten laten, wanneer het spuumiddel zou worden gebouwd op locatie 1, een geringe toename zien van de in het gehele gebied aanwezige aantallen Kluten (Fig. 4). Resumerend kan worden geconcludeerd dat veranderingen als gevolg van de inzet van een derde spuumiddel, volgens de toegepaste modellering, weinig invloed hebben op de te verwachten totale aantallen Kluten en op de verspreiding van deze vogels.

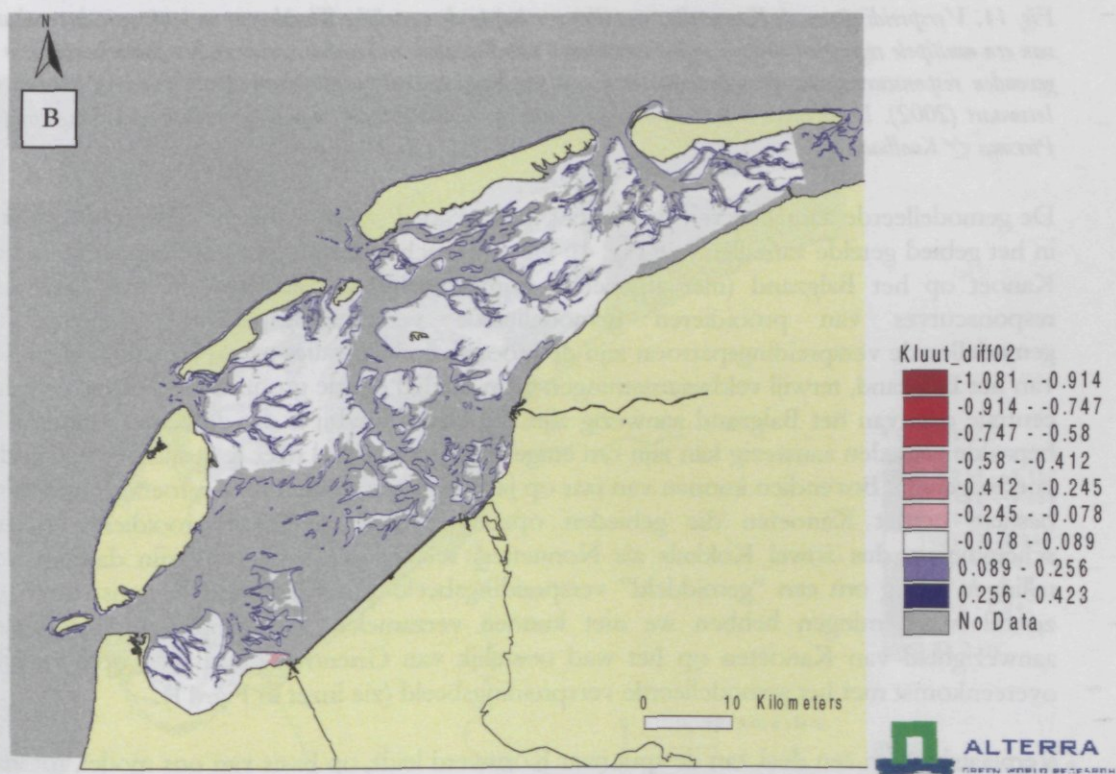
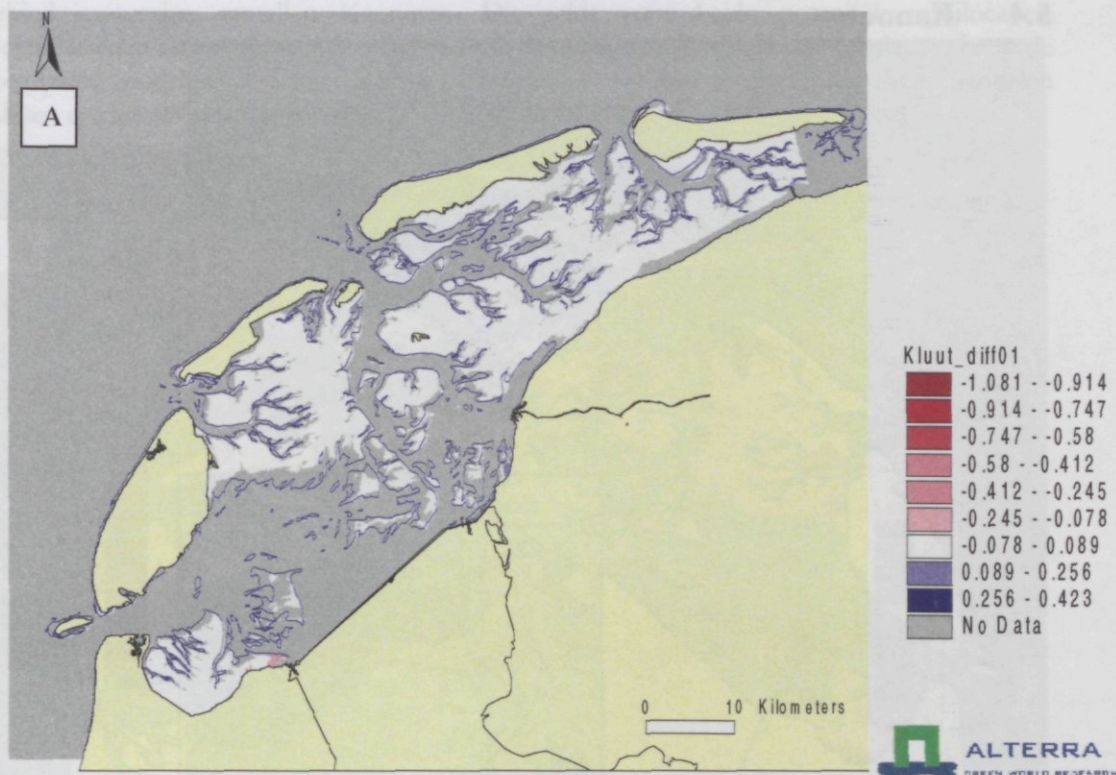


Fig. 10AB. Veranderingen in verspreiding van de Kluut (in aantallen per ba) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In Figuur 10A is de verandering t.o.v. Fig. 9 weergegeven wanneer een nieuw spuinmiddelen op locatie 1A zou worden gebouwd, in Fig. 10B de situatie in geval van bouw op locatie 2A

5.4 Kanoet

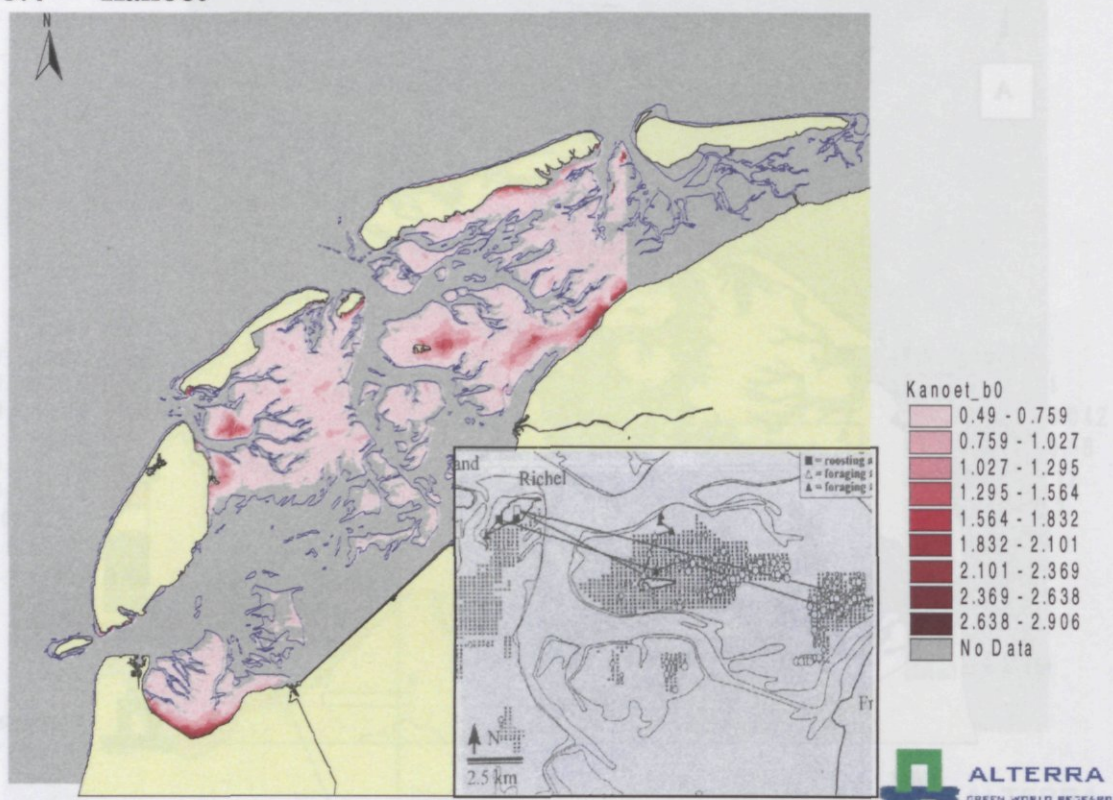


Fig. 11. Verspreiding van de Kanoet (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van de resultaten van een multiële regressie-analyse van het voorkomen van Kanoeten en benthossoorten en een doorrekening van de gevonden responscurves van deze benthossoorten aan de hand van uitkomsten van de analyse van Loonen & Ietswaart (2002). In de inzet is het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld oostelijk van Griend weergegeven (uit Piersma & Koolbaas 1997)

De gemodelleerde aantallen van de Kanoet komen goed overeen met de tijdens hoog water in het gebied getelde aantallen (zie Fig. 4). De empirisch bepaalde verspreidingsbeeld van de Kanoet op het Balgzand (niet afgebeeld) komt redelijk overeen met het op basis van responscurves van prooidieren gemodelleerde verspreidingspatroon. Volgens het gemodelleerde verspreidingspatroon zijn de grootste concentraties aanwezig langs de randen van het Balgzand, terwijl veldwaarnemingen erop duiden dat de grootste concentraties in het centrale deel van het Balgzand aanwezig zijn. Probleem hierbij is dat de Kanoet massaal in bepaalde gebieden aanwezig kan zijn om enige tijd later massaal neer te strijken in een ander voedselgebied. Bovendien kunnen van jaar op jaar grote verschillen tussen foerageergebieden bestaan omdat Kanoeten die gebieden opzoeken waar geschikte prooidieren (kleine schelpdieren, dus zowel Kokkels als Nonnetjes) relatief talrijk zijn. Er zijn daarom veel tellingen nodig om een “gemiddeld” verspreidingsbeeld van deze soort te construeren en zoveel waarnemingen hebben we niet kunnen verzamelen. Het empirisch vastgestelde aanwezigheid van Kanoeten op het wad oostelijk van Griend vertoont een opmerkelijke overeenkomst met het gemodelleerde verspreidingsbeeld (zie inzet in Fig. 11).

Verplaatsing van een deel van de spui naar Kornwerd leidt, op basis van ons model, tot zeer kleine verschuivingen in het verspreidingspatroon, zowel binnen het Balgzand/Breehorn gebied als in de omgeving van Griend. Deze veranderingen zijn toe te schrijven aan geringe verschuivingen in de door Loonen & Ietswaart (2002) gemodelleerde aanwezigheid van bodemdiersoorten. De scenarioberekeningen laten geen veranderingen zien van de in het

gebied aanwezige aantallen Kanoeten. Dit geldt voor beide potentiële spuilocaties. Veranderingen als gevolg van de inzet van een derde spuumiddel hebben derhalve, volgens de toegepaste modellering, nauwelijks of geen invloed op de te verwachten totale aantallen Kluten en de verspreiding van deze vogels.

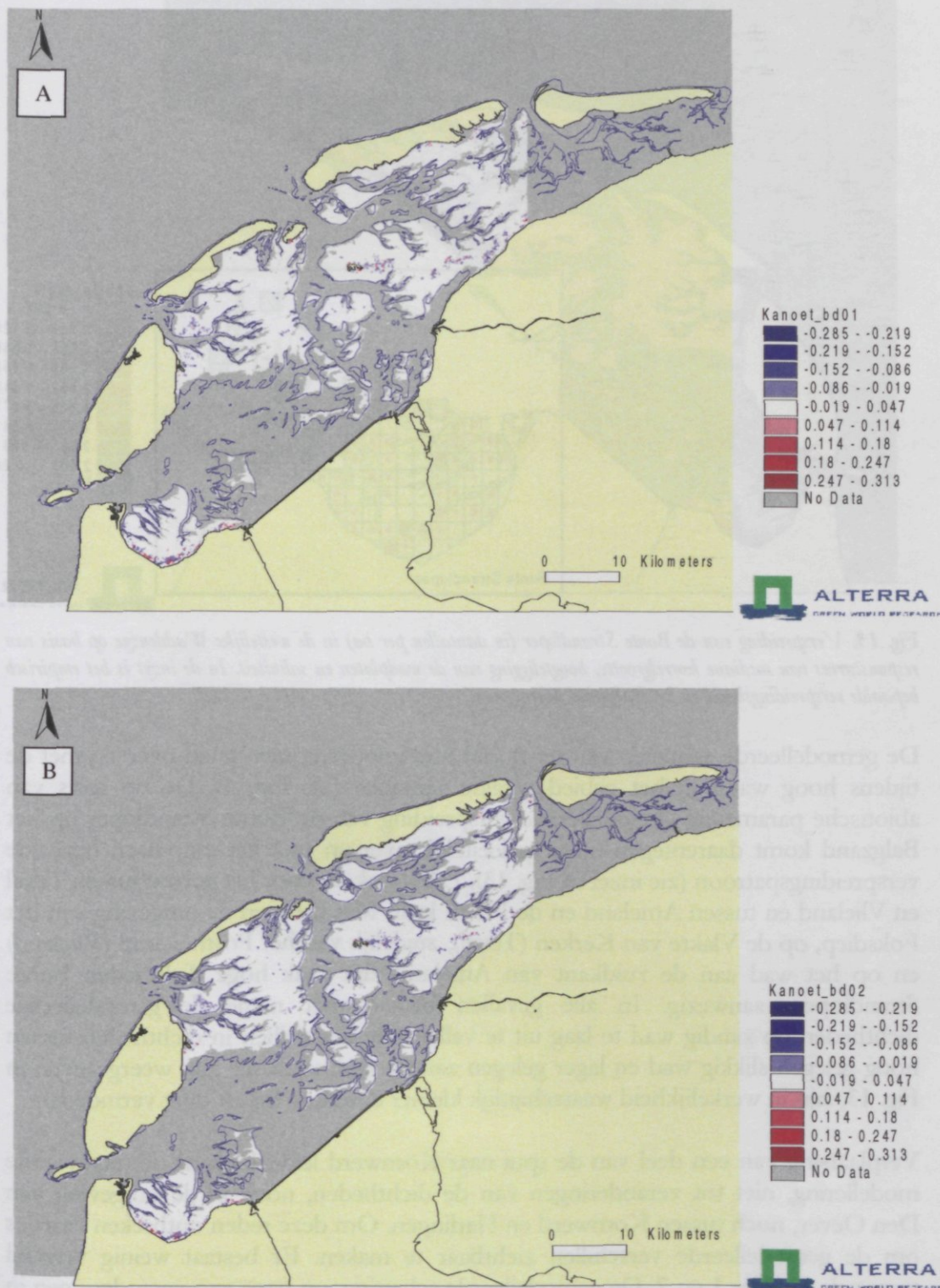


Fig. 12AB. Verspreiding van de Kanoeten (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van de resultaten van een multiële regressie-analyse van het voorkomen van Kanoeten en benthossoorten en een doorrekening van de gevonden responscurves van deze benthossoorten. Gebruikt zijn de effecten van veranderingen in zoutgehaltes op het voorkomen van benthos, als uitkomst van de analyse van Loonen & Ietswaart (2002). In Figuur 12 is de verandering t.o.v. Fig. 11 weergegeven wanneer een nieuw spuumiddel op locatie 1 zou worden gebouwd, in Fig. 12B de situatie in geval van bouw op locatie 2

5.5 Bonte Strandloper

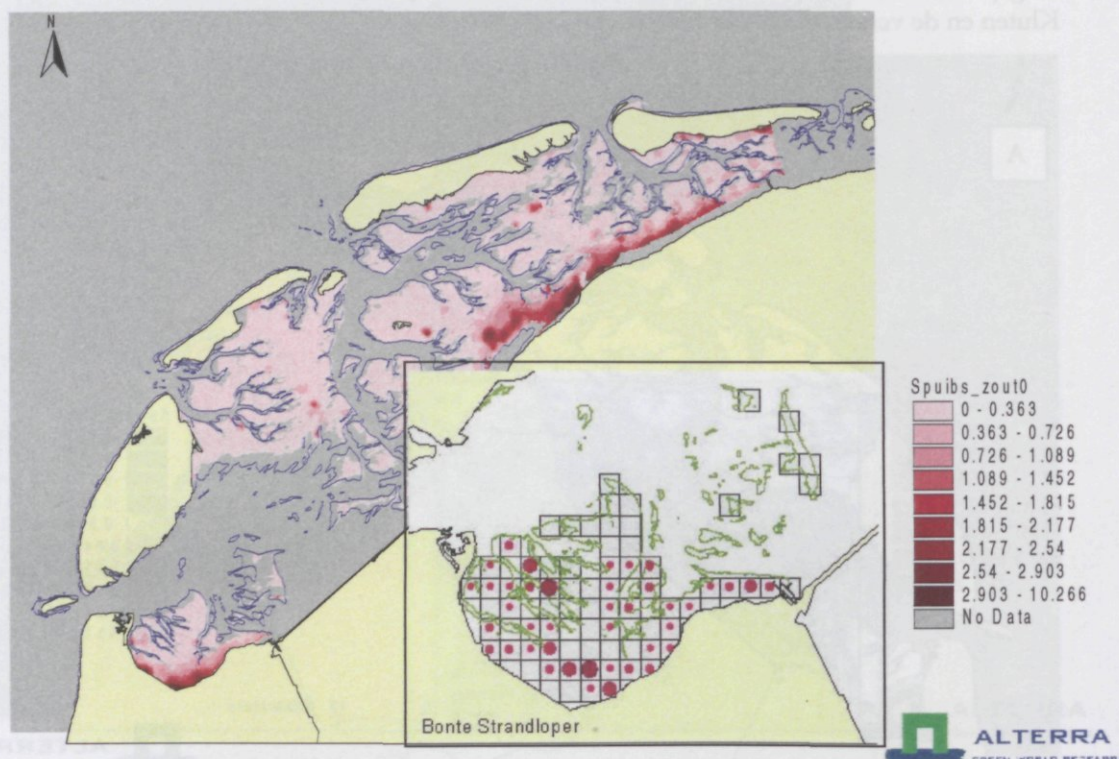


Fig. 13. Verspreiding van de Bonte Strandloper (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In de inzet is het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld op het Balgzand weergegeven

De gemodelleerde aantallen van de Bonte Strandloper komen goed overeen met de tijdens hoog water in het gebied getelde aantallen (zie Fig. 4). De op basis van abiotische parameters gemodelleerde verspreiding van de Bonte Strandloper op het Balgzand komt daarentegen maar gedeeltelijk overeen met het empirisch bepaalde verspreidingspatroon (zie inzet in Fig. 13). Dit is ook zo voor het gebied tussen Texel en Vlieland en tussen Ameland en de Friese kust. Met name in de omgeving van het Foksdiep, op de Vlake van Kerken (Texel), zuidelijk van het Posthuiswad (Vlieland) en op het wad aan de zuidkant van Ameland zijn vaak hoge dichtheden Bonte Strandlopers aanwezig. In alle gevallen blijken met name de gemodelleerde dichtheden op zandig wad te laag uit te vallen. De verschillen in dichtheden tussen hoog gelegen slikkig wad en lager gelegen zandig wad, zoals die zijn weergegeven in Fig. 13, zijn in werkelijkheid waarschijnlijk kleiner dan deze figuur doet vermoeden.

Verplaatsing van een deel van de spui naar Kornwerd leidt, blijkens de uitgevoerde modellering, niet tot veranderingen van de dichtheden, noch in de omgeving van Den Oever, noch tussen Kornwerd en Harlingen. Om deze reden ontbreken kaartjes om de gemodelleerde verschillen zichtbaar te maken. Er bestaat weinig verschil tussen de locaties 1 en 2. De gemodelleerde schatting, op basis van veranderingen in zoutgehaltes, van het in de westelijke Waddenzee aanwezige aantal Bonte Strandlopers, na ingebruikname van een nieuw spuumiddel, laat eveneens weinig verschillen zien tussen de beide locaties (Fig. 4). Veranderingen als gevolg van de

inzet van een derde spumiddel hebben derhalve, volgens de toegepaste modellering, geen invloed op de te verwachten totale aantallen Bonte Strandlopers en op de verspreiding van deze vogels.

5.6 Rosse Grutto

De gemodelleerde aantallen van de Rosse Grutto komen vrij goed overeen met de tijdens hoog water in het gebied getelde aantallen (zie Fig. 4). Volgens modelprognoses zouden 13.000 Rosse Grutto's in het gebied aanwezig moeten zijn, uit de tellingen blijkt dat het gemiddeld om 17.000 vogels gaat. Het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld van de Rosse Grutto op het Balgzand komt redelijk goed overeen met het op basis van responscurves van prooidieren bepaalde verspreidingspatroon (zie inzet in Fig. 14). Elders vertonen de verspreidingspatronen echter duidelijke verschillen: met name ten zuiden van Richel en op het oostelijk deel van de Waardgronden, daar waar deze grenzen aan het Inschot en de Vliestroom, zijn tijdens veldwaarnemingen zelden Rosse Grutto's aangetroffen terwijl ze, blijkens bovenstaande figuur, hier toch in lage tot gemiddelde dichtheden zouden moeten voorkomen. Voor deze soort zijn kennelijk nog onvoldoende basisgegevens verzameld, met name in zandige en lagere delen van de Waddenzee.

Verplaatsing van een deel van de spui naar Kornwerd leidt, op basis van ons model, tot een lichte afname van de aantallen in de omgeving van Kornwerd en een lichte toename in de omgeving van Den Oever. In beide gebieden zijn in de huidige situatie lage dichtheden Rosse Grutto's aanwezig. Dit geldt zowel wanneer de spui naar locatie 1 zou worden verplaatst als voor locatie 2. Evenals bij de Kanoet zijn deze veranderingen toe te schrijven aan geringe verschuivingen in de door Loonen & Ietswaart (2002) gemodelleerde aanwezigheid van bodemdiersoorten. In dit geval zou het gebied in de omgeving van Den Oever voor Rosse Grutto's aantrekkelijker kunnen worden door een toename van een geprefereerde prooidiersoort als de Zeeduizendpoot. Recentere berekeningen van Loonen & Ietswaart (in Bokhorst *et al.*, in voorb.) laten geen duidelijke verschillen voor deze soort meer zien. De scenarioberekeningen laten evenmin veranderingen zien van de in het gebied aanwezige aantallen. Dit geldt voor beide potentiële spuilocaties.

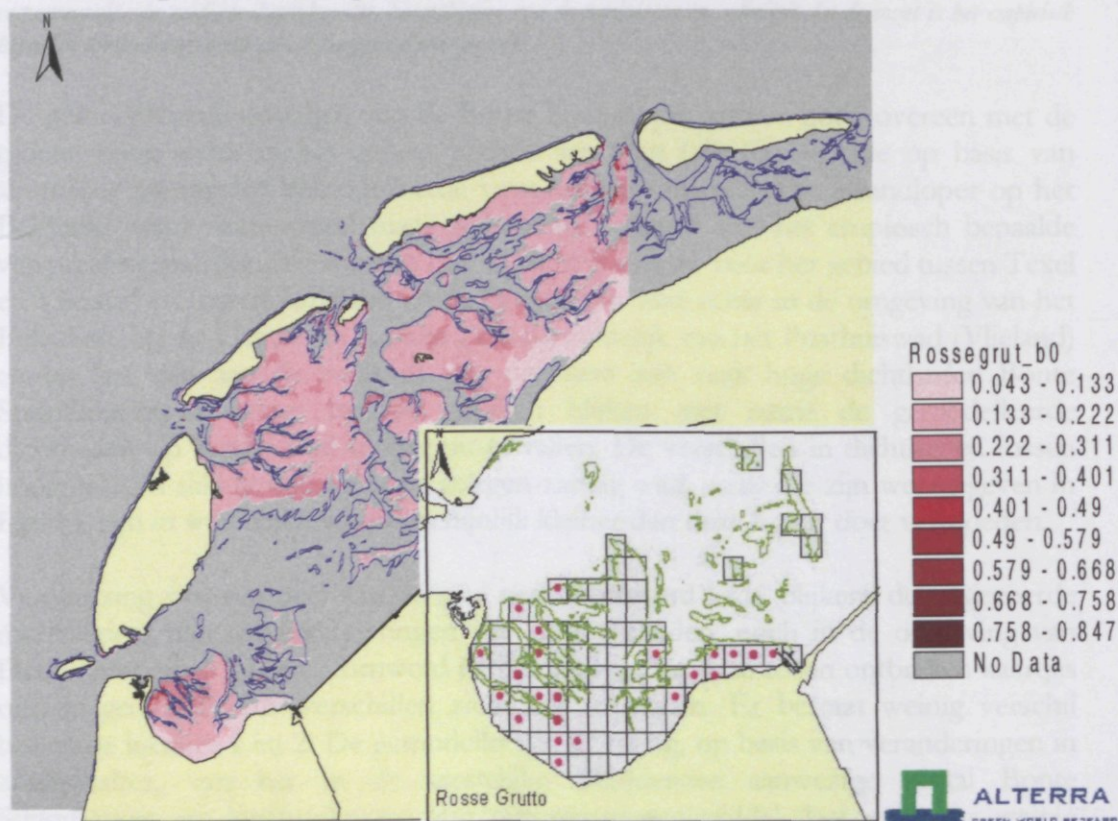


Fig. 14. Verspreiding van de Rosse Grutto (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van de resultaten van een multiële regressie-analyse van het voorkomen van Rosse Grutto's en benthossoorten en een doorrekening van de gevonden responscurves van deze benthossoorten aan de hand van uitkomsten van de analyse van Loonen & Ietswaart (2002). In de inzet is het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld op het Balgzand weergegeven

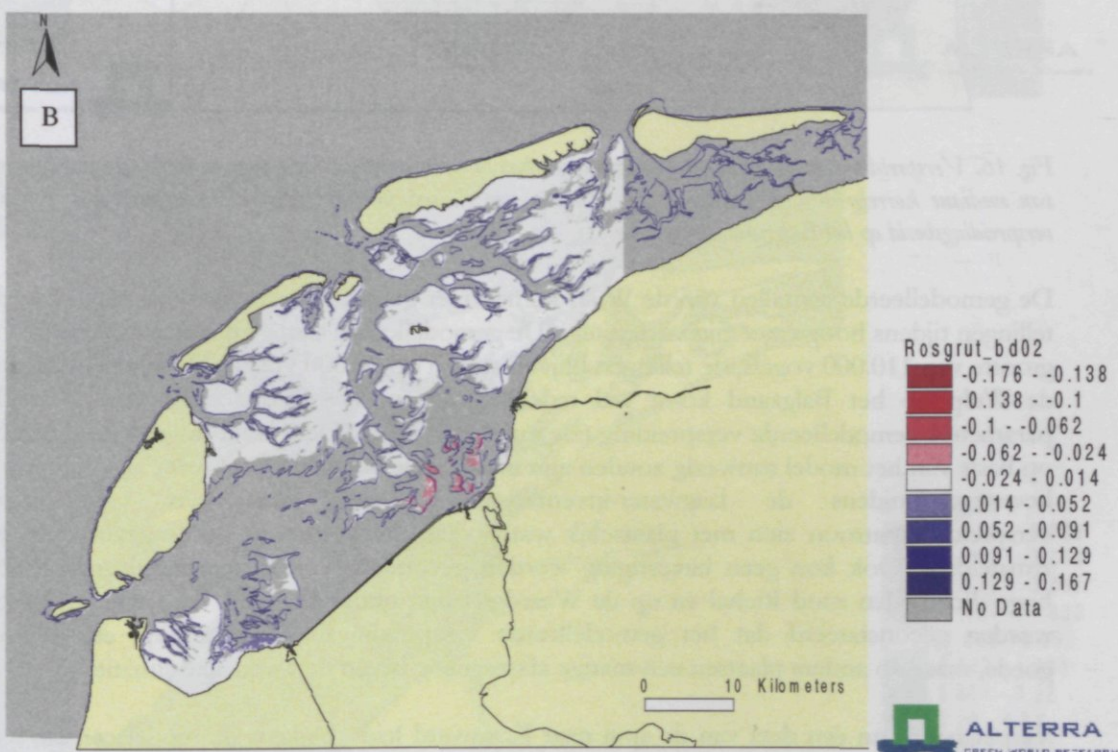
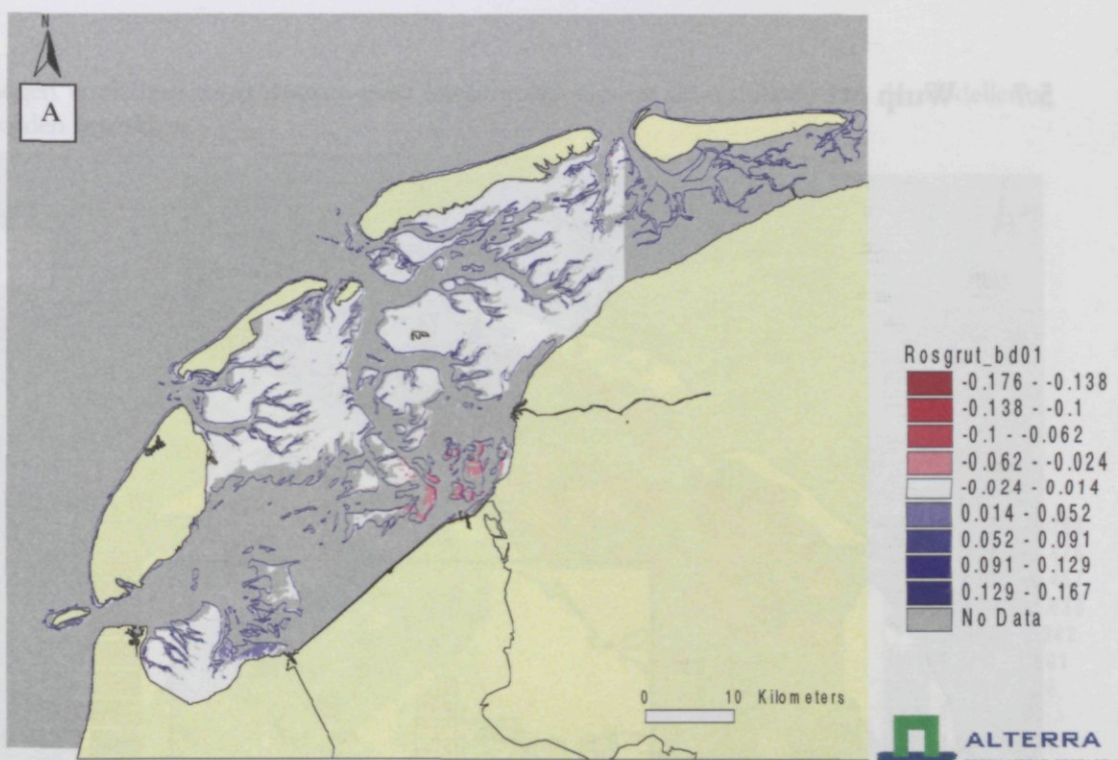


Fig. 15AB. Verspreiding van de Rosse Grutto (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van de resultaten van een multiële regressie-analyse van het voorkomen van Rosse Grutto's en benthossoorten en een doorrekening van de gevonden responscurves van deze benthossoorten. Gebruikt zijn de effecten van veranderingen in zoutgehaltes op het voorkomen van benthos, als uitkomst van de analyse van Loonen & Ietswaart (2002). In Figuur 15A is de verandering t.o.v. Fig. 14 weergegeven wanneer een nieuw spuinmiddell op locatie 1 zou worden gebouwd, in Fig. 15B de situatie in geval van bouw op locatie 2

5.7 Wulp

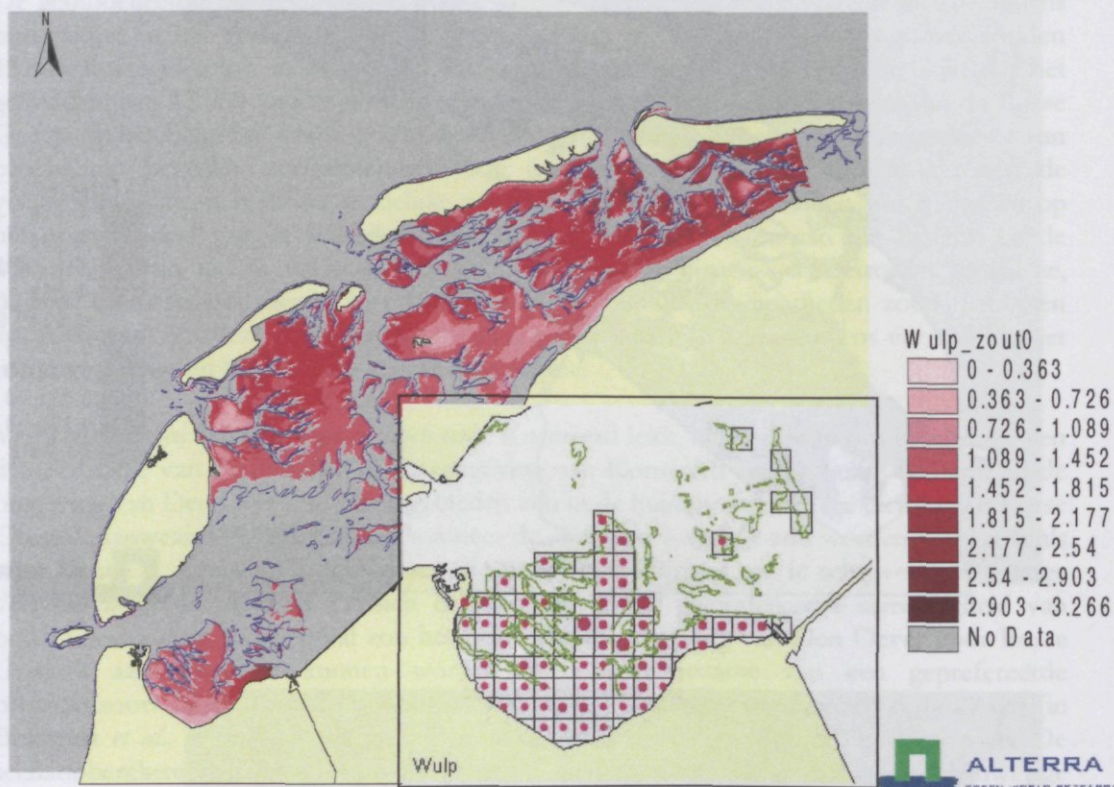


Fig. 16. Verspreiding van de Wulp (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In de inzet is het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld op het Balgzand weergegeven

De gemodelleerde aantallen van de Wulp komen niet goed overeen met de aantallen die bij tellingen tijdens hoogwater zijn vastgesteld. De gemodelleerde aantallen liggen in de orde van grootte van 110.000 vogels, de tellingen blijven steken op 20.000 vogels. De verspreiding van de Wulp op het Balgzand komt wel redelijk overeen met de op basis van abiotische parameters gemodelleerde verspreiding (zie inzet in Fig. 16). De relatief hoge dichtheden die op basis van het model aanwezig zouden zijn in de omgeving van Den Oever zijn echter niet bevestigd tijdens de laagwater-inventarisaties. Deze laten een vrij diffuus verspreidingspatroon zien met plaatselijk wat hogere dichtheden in de omgeving van het Amsteldiep. Ook kon geen bevestiging worden gevonden voor de gemodelleerde relatief hoge dichtheden rond Richel en op de Waardgronden onder Vlieland. Samenvattend moet worden geconstateerd dat het gemodelleerde verspreidingsbeeld plaatselijk een redelijk goede, maar op andere plaatsen een matige afspiegeling is van de werkelijke situatie.

Verplaatsing van een deel van de spui naar Kornwerd leidt, blijkens de modelscenario's op basis van abiotische parameters, tot een geringe afname van de dichtheden op het waddengebied in de omgeving van Den Oever en een toename op enkele wadplaten tussen Kornwerd en Harlingen. Vergelijking van de scenarioberekeningen voor wat betreft de te verwachten aantalsveranderingen onder invloed van verplaatsing van het spuimiddel geeft geen veranderingen ten opzichte van de gemodelleerde 0-situatie. De gemodelleerde aantallen Wulpen in het studiegebied zijn echter ruim een factor 5 hoger dan de aantallen die tijdens hoog water in het gebied zijn vastgesteld. Gelet op de gesignaleerde onzekerheden

mogen voor deze soort daarom geen harde conclusies uit de resultaten van de modellering worden getrokken.

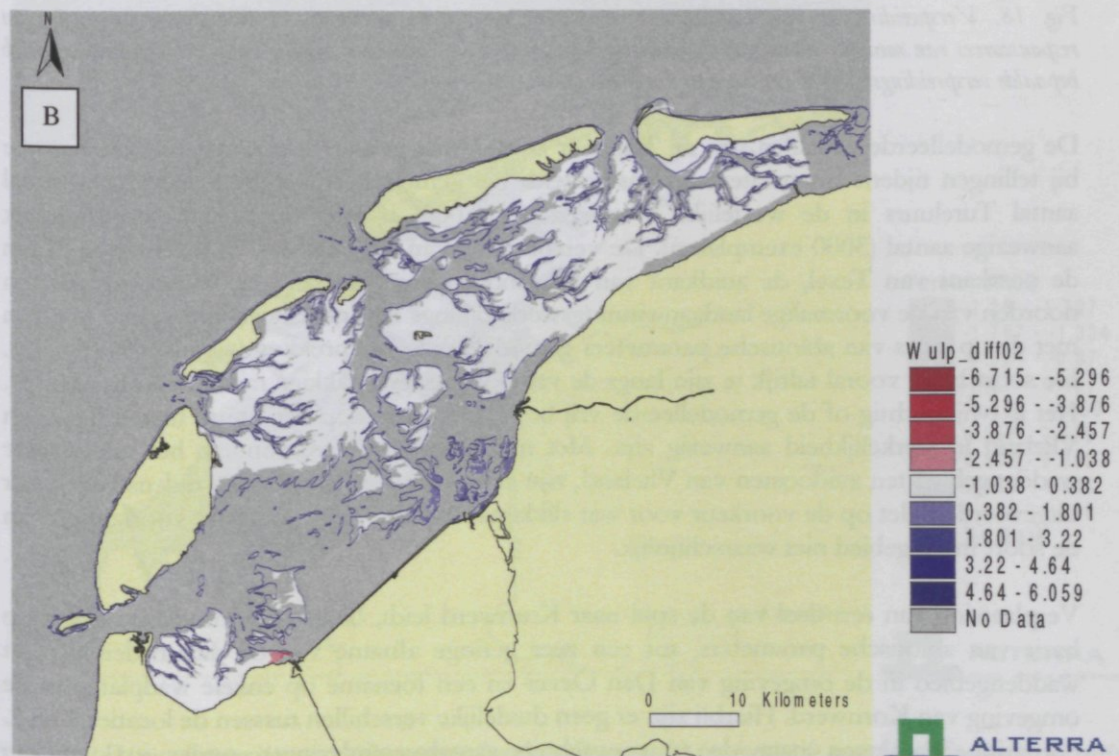
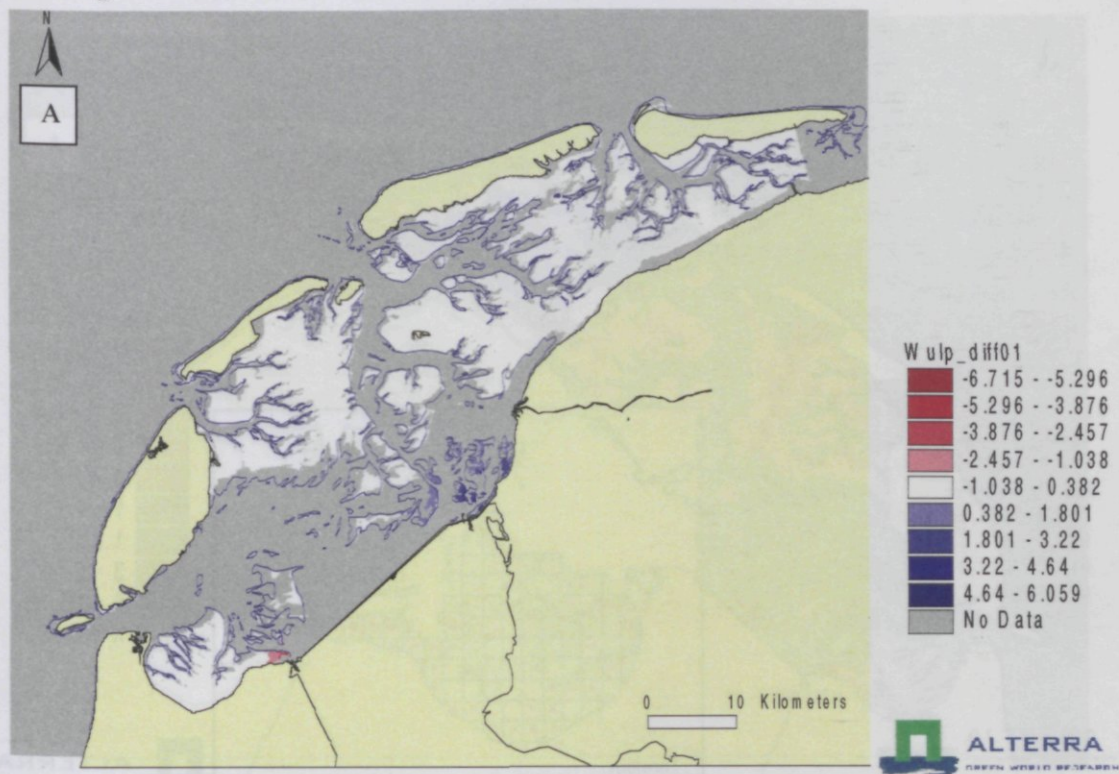


Fig. 17AB. Veranderingen in verspreiding van de Wulp (in aantallen per ba) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In Figuur 17A is de verandering t.o.v. Fig. 16 weergegeven wanneer een nieuw spuwmiddel op locatie 1 zou worden gebouwd, in Fig. 17B de situatie in geval van bouw op locatie 2

5.8 Tureluur

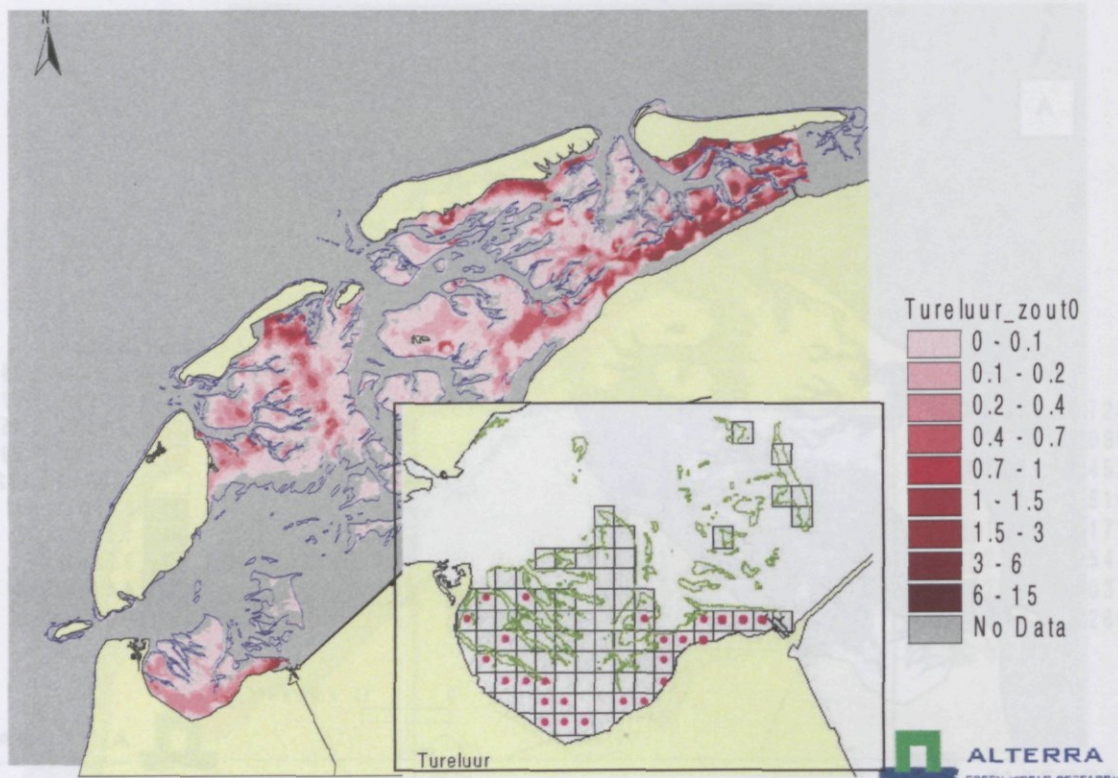


Fig. 18. Verspreiding van de Tureluur (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In de inzet is het empirisch bepaalde verspreidingsbeeld op het Balgzand weergegeven

De gemodelleerde aantallen van de Tureluur komen niet goed overeen met de aantallen die bij tellingen tijdens hoogwater zijn vastgesteld. De gemodelleerde schatting van het totaal aantal Tureluurs in de westelijke Waddenzee (18.000) is veel hoger dan het werkelijk aanwezige aantal (3000 exemplaren). De verspreiding van de Tureluur op het Balgzand, aan de oostkant van Texel, de zuidkant van Vlieland en van Ameland en in het kustdal ten noorden van de voormalige landaanwinningswerken langs de Friese kust, komt goed overeen met de op basis van abiotische parameters gemodelleerde verspreiding (zie inzet in Fig. 18). De soort blijkt vooral talrijk te zijn langs de vrij hooggelegen slikkige randen van het gebied. Het is twijfelachtig of de gemodelleerde vrij hoge dichtheden op het wantij tussen Texel en Vlieland in werkelijkheid aanwezig zijn. Met name op de Waardgronden, het uitgestrekte waddengebied ten zuidoosten van Vlieland, zijn echter nauwelijks tellingen tijdens laag water uitgevoerd. Gelet op de voorkeur voor wat slikkiger wad lijkt het vrij talrijke voorkomen van de soort in dit gebied niet waarschijnlijk.

Verplaatsing van een deel van de spui naar Kornwerd leidt, blijkens de modelscenario's op basis van abiotische parameters, tot een zeer geringe afname van de dichtheden op het waddengebied in de omgeving van Den Oever en een toename op enkele wadplaten in de omgeving van Kornwerd. Hierbij zijn er geen duidelijke verschillen tussen de locaties 1 en 2. Scenarioberekeningen naar de te verwachten aantalsveranderingen onder invloed van verplaatsing van het spuimiddel laten een lichte daling zien van de totaal aanwezige aantallen ten opzichte van de gemodelleerde 0-situatie. Gelet op de gesignaleerde onzekerheden

mogen voor deze soort echter geen harde conclusies uit de resultaten van de modellering worden getrokken, zeker niet voor wat betreft de gemodelleerde aantallen.

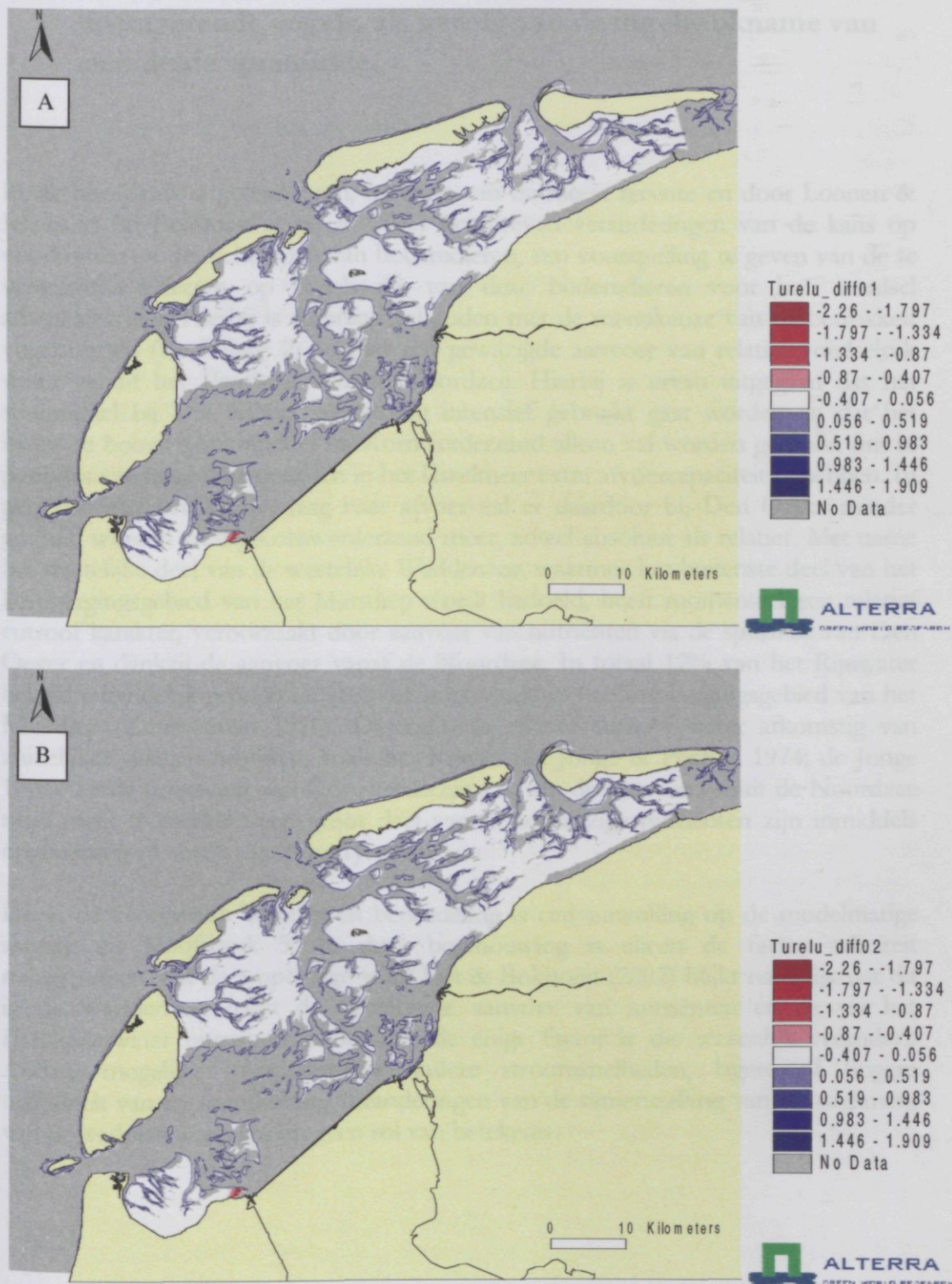


Fig. 19AB. Veranderingen in verspreiding van de Tureluur (in aantallen per ha) in de westelijke Waddenzee op basis van responscurves van mediane korrelgrootte, hoogteligging van de wadplaten en saliniteit. In Figuur 19A is de verandering t.o.v. Fig. 18 weergegeven wanneer een nieuw spuinmiddelen op locatie 1 zou worden gebouwd, in Fig. 19B de situatie in geval van bouw op locatie 2

6 Een expert judgement beoordeling van de voorspelde veranderingen in het voedselaanbod van op wadplaten foeragerende vogels, als gevolg van de ingebruikname van een derde spuumiddel

In dit hoofdstuk is getracht om, op basis van de meest recente en door Loonen & Ietswaart (in Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) beschreven veranderingen van de kans op voorkomen en de dichtheden van bodemdieren, een voorspelling te geven van de te verwachten effecten op vogels die van deze bodemdieren voor hun voedsel afhankelijk zijn. Hierbij is rekening gehouden met de menukeuze van de betrokken vogelsoorten (zie Bijlage 2) en met een gewijzigde aanvoer van relatief voedselrijk water vanuit het IJsselmeer en de Noordzee. Hierbij is ervan uitgegaan dat het spuumiddel bij Den Oever vooralsnog intensief gebruikt gaat worden en dat het nieuw te bouwen spuumiddel bij Kornwerderzand alleen zal worden gebruikt om in periodes van hoge waterstanden in het IJsselmeer extra afvoercapaciteit te hebben. In periodes met een grote vraag naar afvoer zal er daardoor bij Den Oever minder gespuid worden en bij Kornwerderzand meer, zowel absoluut als relatief. Met name het westelijke deel van de westelijke Waddenzee, waarmee het buitenste deel van het kombergingsgebied van het Marsdiep wordt bedoeld, heeft momenteel een relatief eutroof karakter, veroorzaakt door aanvoer van nutriënten via de spuisluis van Den Oever en dankzij de aanvoer vanaf de Noordzee. In totaal 12% van het Rijnwater beland uiteindelijk gedurende korte of langere tijd in het kombergingsgebied van het Marsdiep (Zimmerman 1976). Daarnaast is relatief eutroof water afkomstig van zuidelijker gelegen bronnen, zoals het Kanaal (de Jonge & Postma 1974; de Jonge 1997). In de omgeving van Kornwerderzand is van de aanvoer vanuit de Noordzee niets meer te merken: een groot deel van de aanwezige nutriënten zijn inmiddels opgenomen en vastgelegd door fytoplankton.

De in dit Hoofdstuk beschreven beoordeling is een aanvulling op de modelmatige aanpak uit Hoofdstuk 5. In deze beschouwing is alleen de factor saliniteit meegenomen. Uit de rapportage van Oost & Bokhorst (2002) blijkt namelijk dat dit in de Waddenzee, naast de veranderde aanvoer van nutriënten en de via het IJsselmeerwater uitgespoelde detritus, de enige factor is die wezenlijk verandert. Andere mogelijke veranderingen, andere stroomsnelheden, lagere of hogere turbiditeit van de waterkolom, veranderingen van de samenstelling van het sediment van de wadplaten etc. spelen geen rol van betekenis.

6.1 Bergeend

Flyway populatie²: 300.000 vogels³ (broedvogel, doortrekker, overwinteraar).

Nederlandse populatie: 51.000 - 88.000 exn. in de periode 1997-2000 (van Roomen *et al.* 2002), 6000-9000 broedparen in de periode 1979-1985 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 50.000 (in november, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 13.000 in september-november (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Het menu van Bergeenden in de Waddenzee bestaat voor een belangrijk deel uit Wadslakjes, kleine Nonnetjes en Kokkels en kreeftachtigen zoals *Corophium* en *Gammarus*. Met name deze laatste 2 prooien worden veel gegeten door de recent ontdekte concentraties van ruiende Bergeenden in het centrale deel van de Nederlandse Waddenzee (Leopold 2003). Uit de analyse van Bokhorst *et al.* (*in voorb.*) blijkt voor het Wadslakje geen duidelijke relatie tussen de kans op voorkomen en zoutgehaltes. Uit de analyses van Ysebaert & Meire (1999) uit de Westerschelde blijkt een voorkeur voor brakke situaties (optimum bij 15-20‰), maar ook in vrij zoete en vrij zoute habitats komt de soort nog in vrij hoge dichtheden voor. Bovendien blijken er verschillende rassen te bestaan die verschillen in zouttolerantie. Over de zout-tolerantie in sub-litorale gebieden kunnen geen uitspraken worden gedaan (Bokhorst *et al.*, *in voorb.*). Het Nonnetje, een andere voor Bergeenden relatief belangrijke prooidiersoort, laat geen veranderingen zien in de grootte van het areaal waarin deze soort voorkomt (Ietswaart, *in litt.*). In de Westerschelde zijn Nonnetjes aanwezig in hoge dichtheden in zowel zoete, als brakke, als zoute omstandigheden (Ysebaert & Meire 1999). Uit de analyses van Loonen & Ietswaart (in Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) blijkt een voorkeur voor relatief zoete en voor relatief zoute omstandigheden maar waarschijnlijk is deze voorkeur gebaseerd op een toevallige correlatie met andere habitatkenmerken. Kokkels (in het geval van de Bergeend vooral kleine exemplaren) hebben een voorkeur voor zoutere omstandigheden (zie 6.3, Scholekster). *Gammarus*, *Corophium* en *Bathyporeia* (een groep kleine kreeftachtigen) vertonen een sterk wisselend beeld voor wat betreft zoutgehaltevoorkeuren. *Corophium volutator* neemt toe bij lagere zoutgehaltes maar andere soorten binnen deze groep reageren anders op zoutgehalteveranderingen. De gehele groep vertoont geen eenduidige reactie op veranderingen in zoutgehaltes (Bokhorst *et al.*, *in voorb.*). Gelet op het vrij brede voedselspectrum van de Bergeend en de mogelijkheden om over te schakelen op prooien die talrijker worden mogen voor deze soort geen effecten van een derde spuwmiddel worden verwacht.

² betreft de biogeografische populatie(s) die van de Waddenzee gebruik maakt/maken

³ schattingen van deze en de volgende soorten op basis van Delany & Scott 2002, het meest recente overzicht over populatiegrootteschattingen

6.2 Scholekster

Flyway populatie: 1.020.000 vogels (broedvogel, doortrekker, overwinteraar).

Nederlandse populatie: 230.000 - 300.000 exn. in de periode 1997-2000 (winterpopulatie), 80.000-100.000 broedparen in de periode 1979-1985 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 200.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002).

Aantallen in het studiegebied: 60.000 in september-november (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Het menu van de Scholekster in de Waddenzee wordt gedomineerd door 4 prooidiersoorten. Kokkel en Mossel zijn de belangrijkste, Nonnetje en Zeeduizendpoot worden ook vrij veel gegeten. Gelet op de afwezigheid van droogvallende mosselbanken in de westelijke Waddenzee tussen 1990 en 2001 zijn de andere 3 prooidiersoorten momenteel belangrijker dan Tabel 5 (in Bijlage 2) suggereert. Het vrijwel ontbreken van droogvallende banken in de jaren 1990-2001 heeft ertoe geleid dat de gevoeligheid voor zoutgehaltes op basis van recente inventarisatiegegevens niet kon worden gemodelleerd, niet in de Waddenzee en ook niet in de Westerschelde. In de oudere literatuur wordt 10‰ als ondergrens voor het voorkomen genoemd (Wolff 1973). Bij lagere zoutgehaltes worden zowel de byssusdraad-vorming als de pompcapaciteit negatief beïnvloed. Uit analyses van het RIVO blijkt dat tussen 27 en 32‰ zout zowel relatief hoge aantallen en biomassa's worden aangetroffen. Overigens is geen duidelijke respons op zoutgehaltes gevonden (Bult *et al.* 2003). Het huidige beleid m.b.t. schelpdiervisserij in de Waddenzee is o.a. gericht op het laten terugkeren van droogvallende mosselbanken. Op basis daarvan mogen nieuwe vestigingen worden verwacht op plaatsen waar droogvallende mosselbanken vroeger ook voorkwamen. Deze waren aanwezig op het Balgzand, aan de noord- en zuidrand van de Vlake van Kerken (oostelijk van Texel), onder Vlieland en Terschelling en op het oostelijk deel van de Grienderwaard (Dijkema *et al.* 1989). Deze gebieden worden niet beïnvloed door veranderingen die worden veroorzaakt door de inzet van een derde spuumiddel. Uit de recente modelberekeningen blijkt dat geen effecten mogen worden verwacht van zoutgehalteveranderingen op de kans op voorkomen van Kokkels (Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) en evenmin op de areaalgrootte waarin deze soort voorkomt (Ietswaart *in litt.*). Deze resultaten lijken enigszins in tegenspraak met literatuuronderzoek van Aerts (2002), waaruit blijkt dat bij zoutgehaltes onder de 18-20‰ sterfte kan optreden, zowel bij larven als bij volwassen exemplaren. Tegelijk is gebleken dat individuele Kokkels 4-7 dagen kunnen overleven in water van 5‰ zout (Kingston in Aerts 2002). Wolff (1973) noemt een ondergrens voor zoutgehaltes van 10-12‰. Voor deze soort geldt dat bij de een meer geleidelijke afvoer van zoet water bij Den Oever, waarbij minder vaak lage zoutgehaltes zullen optreden, gunstiger condities worden verwacht (Aerts 2002). Mogelijk zullen in de omgeving van Kornwerd door de grotere toevoer van zoet water wat minder gunstige omstandigheden ontstaan. Anderzijds zouden Kokkels hier, door de grotere aanvoer van relatief voedselrijk water vanuit het IJsselmeer, ook kunnen profiteren van een toegenomen beschikbaarheid van voedsel. Gelet op deze gegevens moet de conclusie luiden dat Kokkels op droogvallende platen ten noorden van Wieringen en in het gebied Omdraai - Zuidoostrak (ten noorden van Kornwerderzand) gevolgen van een ander

spuibehoor kunnen ondervinden maar dat een kortdurende zoetwaterbel niet meteen grote gevolgen heeft. Als gevolg van aangepast spuibehoor zal bij Den Oever enige verzouting optreden en in de omgeving van Kornwerd enige verzoeting. Gelet op het nu al bestaande grotere belang van wad ten noorden van Wieringen voor Kokkels (zie o.a. Bult & Kesteloo 2002) zal een lichte verzouting hier een positief effect op Scholeksters hebben, dat waarschijnlijk zwaarder weegt dan een licht negatief effect bij Kornwerd. Mosselen, met een vrij hoge tolerantie voor lage zoutgehalten, zullen in de omgeving van Kornwerd kunnen profiteren van de grotere toevoer van relatief eutroof zoet water vanuit het IJsselmeer en de toegenomen beschikbaarheid van voedsel die deze aanvoer zal veroorzaken. Nonnetjes (zie 6.1, Bergeend) en Zeeduizendpoten (zie 6.3, Kluut) zijn niet erg gevoelig voor zoutgehalteveranderingen. Op basis van het bovenstaande mogen kleine veranderingen in de verspreiding van Scholeksters als effect van een derde spuimiddel worden verwacht. Mogelijk zal de Scholekster zelfs kunnen profiteren van de gewijzigde omstandigheden.

6.3 Kluut

Flyway populatie: 73.000 vogels (broedvogel, doortrekker, overwinteraar in klein aantal).

Nederlandse populatie: Lijkt recent weer wat toe te nemen na een afname in het begin van de jaren '90. In geheel Nederland 15.000 in oktober 2000 (van Roomen *et al.* 2002), 7100-9200 broedparen in de periode 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 12.000 (in oktober, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 2000 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Kluten zijn relatief sterk afhankelijk van Zeeduizendpoten, een prooidiersoort die in veel gebieden het stapelvoedsel vormt. Het is de vraag of dit in het gebied rond de Afsluitdijk ook het geval is. Delen van het Balgzand zijn in het recente verleden gekoloniseerd door de Groene zager *Marenzelleria* en denkbaar is dat deze soort inmiddels een deel van de rol van Zeeduizendpoten heeft overgenomen. Er zijn echter in dit gebied nog geen voedsel-ecologische studies uitgevoerd die dit vermoeden bevestigen. Een deel van de Kluten op het Balgzand foerageert langs de geulranden, met name in het gebied ten noorden van Wieringen. Mogelijk wordt hier vooral gevoerageerd op garnalen en kleine kreeftachtigen. Ook hiervan bestaat geen bevestiging in de vorm van waarnemingen of voedselanalyses. Mogelijk is de score van 85% Zeeduizendpoot in het voedselpakket van de Kluut voor met name het Balgzand/Breehorngebied aan de hoge kant. Duidelijk is wel dat deze prooidiersoort een kwantitatief zeer belangrijke is. Recente analyses geven aan dat de Zeeduizendpoot in de Waddenzee een voorkeur heeft voor zoute milieus en een lagere kans op voorkomen heeft (en minder talrijk is) in brakke situaties (Bokhorst *et al.*, *in voorbereiding*). Dit gegeven lijkt in tegenspraak te zijn met analyses uit de Westerschelde waar Zeeduizendpoten met name zijn aangetroffen in vrij zoete en brakke habitats (Ysebaert & Meire 1999). Ook in de Dollard zijn de hoogste dichtheden Zeeduizendpoten aangetroffen in gebieden met een zoutgehalte van minder dan 8‰ (Esselink & van Belkum 1986), waarbij dient te worden opgemerkt dat deze gebieden

tegelijk het meest voedselrijk waren. Deze data samengevat lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat Zeeduizendpoten, hoewel ze in verschillende gebieden verschillende responscurves vertonen, een grote mate van tolerantie ten opzichte van zoete en brakke situaties hebben. Het is dan ook niet waarschijnlijk dat veranderingen van spui-beheer aantoonbare effecten op de verspreiding en aantallen van deze soort zullen hebben. Een zoeter worden van het gebied rond Kornwerd zal waarschijnlijk leiden tot een talrijker worden van de Groene zager, wat (via interspecifieke concurrentie) ten koste kan gaan van Zeeduizendpoten. Vooralsnog zijn geen voedslecoloogische studies beschikbaar over de vangbaarheid en het toekomstige belang van deze nog relatief nieuwe soort voor wormenetende steltlopers. Op basis van de hierboven beschreven reacties van prooidieren op veranderende zoutgehaltes mogen voor de Kluut geen duidelijke effecten van een derde spui-middel worden verwacht.

6.4 Bontbekplevier

Flyway populaties: 73.000 vogels (*C.b. hiaticula*, broedvogel, doortrekker en overwintenaar) en 145.000 - 280.000 vogels (*C.b. tundrae*, doortrekker van eind juli-september en in mei).

Nederlandse populatie: In geheel Nederland 15.000 tijdens de najaarspiek in augustus 2000 (van Roomen *et al.* 2002), 330-430 broedparen in de periode 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 4800 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 1500 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Bontbekplevieren zijn vooral wormeneters. Het dieet bestaat vooral uit Zeeduizendpoten en enkele kleinere soorten wormen (met name Wapenwormen *Scoloplos armiger* en draadwormen) die voor andere op platen foeragerende vogels van minder groot belang zijn. Tijdens hoog water, wanneer ze op kwelders aanwezig zijn, wordt ook gefoerageerd. In deze situatie worden vooral insecten gegeten. Zoals is aangegeven bij de Kluut zal een derde spui-middel weinig effecten hebben op de kans op voorkomen van Zeeduizendpoten. Responscurves van de kans op voorkomen van 3 verschillende soorten draadwormen laten verschillende beelden zien. *Capitella capitata* en *Eteone longa* komen in de Westerschelde weinig voor in zoete en brakke situaties. Beide soorten hebben een duidelijke voorkeur voor zoute habitats. *Heteromastus filiformis* heeft de grootste kans op voorkomen bij een saliniteit van 15‰ en wordt minder aangetroffen in zoetere en zoutere omstandigheden (Ysebaert & Meire 1999). De analyse van Bokhorst *et al.* (*in voorb.*) laat voor *Heteromastus* en *Capitella* geen duidelijk verband zien tussen de kans op voorkomen en zoutgehaltes. *Eteone* vertoont een afwijkend beeld van dat in de Westerschelde. In de Waddenzee neemt de kans op voorkomen af tussen 17 en 30‰. Wapenwormen hebben, blijkens de analyses van Bokhorst *et al.* (*in voorb.*), een voorkeur voor zoute habitats maar, gelet op de sterke voorkeur van deze soort voor zeer zandige habitats, komt deze toch al niet veel voor in het gebied rond de Afsluitdijk. Analyses van Ietswaart (*in litt.*) laten zien dat een derde spui-middel voor zowel Wapenwormen als draadwormen geen effecten heeft op areaalgroottes waarin deze soorten voorkomen en de daarin

aangetroffen dichtheden. Het is bovendien zeer onwaarschijnlijk dat een derde spuinmiddelen effecten zal hebben op de op kwelders voorkomende insecten. Op basis hiervan mogen voor de Bontbekplevier geen effecten van een derde spuinmiddelen worden verwacht.

6.5 Zilverplevier

Flyway populatie: 247.000 vogels (doortrekker en overwinteraar).

Nederlandse populatie: 51.000 in geheel Nederland in augustus 2000 (van Roomen *et al.* 2002), geen broedvogel in Nederland.

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 35.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 15.000 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Het dieet van de Zilverplevier bestaat voor een belangrijk deel uit Zeeduizendpoten, aangevuld met Wapenwormen, draadwormen en (in bescheiden mate) een breed scala aan van alles en nog wat. Aangezien de kans op voorkomen en de verspreiding van Zeeduizendpoten (zie 6.3, Kluut) en draadwormen (zie 6.4, Bontbekplevier) niet duidelijk door saliniteit worden beïnvloed en Wapenwormen in de omgeving van de Afsluitdijk geen hoge dichtheden bereiken en als gevolg daarvan (met uitzondering van het Balgzand en de wadplaten grenzend aan het Scheurrak-Omdraai - Inschot) weinig gegeten zullen worden mogen voor de Zilverplevier geen effecten van een derde spuinmiddelen worden verwacht.

6.6 Kanoet

Flyway populaties: 340.000 vogels (*C.c. canutus*, afkomstig uit centraal Siberië, doortrekker van augustus - oktober en in mei) en 450.000 vogels (*C.c. islandica*, doortrekker en overwinteraar van augustus tot begin juni).

Nederlandse populatie: totale aantallen in Nederland in 2000 bedroegen 106.000 exn. in augustus (wanneer beide ondersoorten aanwezig zijn) en 116.000 in november (alleen *islandica*, van Roomen *et al.* 2002). In de winter is naar schatting 30% van de *islandica*-populatie in Nederland aanwezig, het aanwezige percentage van de *canutus*-populatie is veel lager; geen broedvogel in Nederland.

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 99.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: in sommige gevallen is het grootste deel van de Waddenzee-populatie in de nazomer in het gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling aanwezig. Vanwege het mobiele karakter van de soort is niet goed een gemiddelde aan te geven.

Het voedsel van de Kanoet bestaat voor een zeer groot deel uit kleine Nonnetjes, aangevuld met Wadslakjes en kleine Kokkels en Mosselen. Nonnetjes en Wadslakjes blijken niet duidelijk op hogere of lagere zoutgehaltes te reageren (zie 6.1, Bergeend). Verminderde afvoer van zoet water bij Den Oever zal voor Kokkels en Mosselen (zie 6.2, Scholekster) een positief effect kunnen hebben terwijl de gevolgen van extra spui

bij Kornwerderzand als neutraal beoordeeld mogen worden (Ietswaart *in litt.*). Op basis hiervan mogen voor de Kanoet geen negatieve (maar mogelijk wel positieve) effecten van een derde spuumiddel worden verwacht.

6.7 Bonte Strandloper

Flyway populaties: 1.330.000 vogels (noordeuropese en Russische *C.a. alpina*, doortrekker en overwinteraar van juli - mei), 3600-4700 vogels (Baltische *C.a. schinzii*, doortrekker), 940.000 - 960.000 vogels (IJslandse *C.a. schinzii*, doortrekker) en 21.000 - 45.000 vogels (*C.a. arctica*, doortrekker). De exacte timing van de doortrek van de verschillende populaties is alleen d.m.v. ringonderzoek en biometrie vast te stellen en is niet volledig bekend

Nederlandse populatie: 225.000 - 400.000 in de nazomer en winter (Bijlsma *et al.* 2001) maar kwantitatieve informatie over het aandeel van de verschillende ondersoorten is niet beschikbaar; 0-2 broedparen in de periode 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 280.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 90.000 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Bonte Strandlopers hebben een vrij breed voedselspectrum. De hoofdmoot bestaat uit Zeeduizendpoten, daarnaast worden ook Nonnetjes, Wadslakjes, Wapenwormen, draadwormen, gamalen en kleine kreeftachtigen gegeten. Van Zeeduizendpoten en Nonnetjes is al eerder aangegeven dat een zoeter of zouter worden van het leefgebied geen duidelijke effecten op de kans op voorkomen en de verspreiding heeft. Hetzelfde geldt voor Wadslakjes (zie 6.1, Bergeend) en draadwormen (zie 6.4, Bontbekplevier). In de standaard bodemfauna-bemonsteringen, o.a. die welke ten grondslag liggen aan de analyses van Bokhorst *et al.*, wordt geen goed beeld verkregen van het aantal gamalen in een bepaald gebied. Om deze reden is deze soort in het kader van de door het RIKZ uitgevoerde analyses niet nader uitgewerkt. De soort ontbreekt ook in de analyses van Ysebaert & Meire (1999). Uit het voorkomen van de soort in het Deltagebied weten we dat Garnalen voorkomen in zoute habitats (zoals de Noordzee, de benedenloop van estuaria (zoals de monding van de Westerschelde) en delen van estuaria met vrij sterk fluctuerende zoutgehaltes. De Garnaal is afwezig in de vrij zoete bovenloop van estuaria (Wolff 1973). *Gammarus* en *Corophium* lijken weinig gevoelig voor zoutgehalteveranderingen (Bokhorst *et al.*, *in voorb.*). Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat de ingebruikname van een derde spuumiddel bij Kornwerderzand voor de Bonte Strandloper hooguit een geringe verschuiving van foerageergebieden zal betekenen. Een beïnvloeding van de in de westelijke Waddenzee aanwezige aantallen Bonte Strandlopers wordt niet verwacht.

6.8 Krombekstrandloper *Calidris ferruginea*

Flyway populatie: 740.000 vogels (doortrekker).

Nederlandse populatie: aantallen in Nederland vertonen sterke schommelingen, in topjaren zijn in het Waddengebied maximaal 6000 exemplaren aanwezig. Daarnaast kunnen, ook in zoete binnenlandse habitats, overal Krombekstrandlopers opduiken (Bijlsma *et al.* 2001) waardoor het totaal in Nederland aanwezige aantal hoger zal liggen; geen broedvogel in Nederland.

Aantallen in de Waddenzee: in de meeste jaren enkele honderden exemplaren, in augustus 1996 956 (van Roomen *et al.* 2002). In sommige jaren talrijker

Aantallen in het studiegebied: in de meeste jaren zijn tientallen exemplaren aanwezig in de nazomer (gebied Texel–Wieringen–Vlieland–Griend–Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Het voedselspectrum van de Krombekstrandloper lijkt enigszins op dat van de Bonte Strandloper maar wordt sterker gedomineerd door Zeeduizendpoten. Gelet op de bespiegelingen over de invloed van saliniteit op deze prooidiersoort (zie Kluut (6.3), Zilverplevier (6.5) en Bonte Strandloper (6.7) mogen voor de Krombekstrandloper geen effecten van een derde spuinmiddelen worden verwacht.

6.9 Rosse Grutto

Flyway populaties: 120.000 vogels (*L.L. lapponica*, doortrekker en overwinteraar van augustus - half april) en 520.000 vogels (de nog niet als zodanig beschreven en in west Afrika overwinterende ondersoort *L.L. taymyrensis*, doortrekker in augustus - september en van 20 april t/m eind mei).

Nederlandse populatie: tijdens de doortrek zijn in het voorjaar en het najaar respectievelijk 145.000 - 70.000 exn. aanwezig, de in de winter aanwezige aantallen liggen beduidend lager (10.000-22.000; Bijlsma *et al.* 2001; geen broedvogel in Nederland).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 110.000 (over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002).

Aantallen in het studiegebied: 35.000 in de nazomer (gebied Texel–Wieringen–Vlieland–Griend–Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Rosse Grutto's in de Waddenzee eten vooral wormen, waarbij draadwormen, Zeeduizendpoten en Zandkokerwormen verreweg de belangrijkste prooidiersoorten zijn. De effecten van saliniteit op draadwormen en Zeeduizendpoten zijn hierboven reeds eerder beschreven en lijken gering te zijn. De Zandkokerworm heeft een voorkeur voor een zout milieu, waarbij de kans op voorkomen bij zoutgehaltes van minder dan 20‰ laag is (Bokhorst *et al.*, *in voorb.*). Het gemodelleerde verspreidingsbeeld van de Zandkokerworm (Loonen & Ietswaart 2002) laat zien dat de kans op voorkomen van deze soort in de huidige situatie zich beperkt tot het westelijke deel van het Balgzand, het noordelijke deel van de Vlake van Kerken, het gebied onder Vlieland, het noordelijk deel van de Grienderwaard, het wad zuidelijk van Terschelling en het wantij van Terschelling. De soort ontbreekt dus in het gebied dat door een gewijzigd spui-beheer wordt beïnvloed. Extra spui via een derde spuinmiddelen zal de kans op voorkomen van Zandkokerwormen verder richting

noorden doen terugdringen. Ook de dichtheden waarin deze soort voorkomt blijken namelijk duidelijk af te nemen bij afnemende zoutgehaltes (Bokhorst *et al.*, *in voorb.*). Op basis van de modelberekeningen en de daaraan ten grondslag liggende benthosbemonsteringen blijkt dat Rosse Grutto's in de huidige situatie in een groot deel van het gebied rond de Afsluitdijk andere prooien dan Zandkokerwormen moeten eten. Op basis van deze gegevens en voorspellingen mogen voor deze soort geen effecten van een derde spuumiddel worden verwacht.

6.10 Wulp

Flyway populatie: 420.000 vogels (broedvogel, doortrekker, overwinteraar).

Nederlandse populatie: In de nazomer en de herfst zijn in Nederland 100.000-150.000 Wulpen aanwezig (Bijlsma *et al.* 2001; 6500-8000 broedparen in de periode 1979-1985 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 110.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 40.000 in de nazomer (gebied Texel–Wieringen–Vlieland–Griend–Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Wulpen hebben een gevarieerd dieet dat voor een belangrijk deel bepaald wordt door welke prooidieren beschikbaar zijn. Naast Zeeduizendpoten worden, met name in de zomer en de herfst, veel krabben gegeten. Daarnaast staan Wadpieren en enkele schelpdieren op het menu, met name kleine Kokkels, Nonnetjes en Strandgapers. Zeeduizendpoten lijken een over grote zouttolerantie te beschikken (zie 6.3, Kluut). Hetzelfde geldt voor Nonnetjes (zie 6.1, Bergeend) en in wat mindere mate voor Kokkels (zie 6.2, Scholekster). In de Westerschelde hebben Wadpieren een voorkeur voor zoutere gebieden, met name die met een saliniteit tussen 20-25‰ (Ysebaert & Meire 1999). Voor de Waddenzee is geen verband aangetoond in de relatie tussen de kans op voorkomen en saliniteit (Bokhorst *et al.*, *in litt.*) maar zoete en brakke gebieden (met een saliniteit van <18‰) ontbraken in deze analyse. Doorvertaling van saliniteitsveranderingen naar veranderingen in de verspreiding van Wadpieren laat zien dat een derde spuumiddel in de omgeving van Kornwerd een hogere kans op voorkomen oplevert rond Den Oever en een wat lagere bij Kornwerd. Modelberekeningen geven aan dat de omvang van het verspreidingsgebied waarin Wadpieren kunnen worden aangetroffen na ingebruikname van een nieuw spuumiddel echter niet zal veranderen (Ietswaart, *in litt.*). Eenzelfde conclusie geldt voor de Kokkel. De kans op voorkomen van Strandgapers in de Westerschelde heeft een optimum bij 15‰ (Ysebaert & Meire 1999). Bij lage en hoge zoutgehaltes wordt de soort weinig aangetroffen. Modelberekeningen laten voor de Strandgaper zien dat de omvang van het verspreidingsgebied na ingebruikname van een nieuw spuumiddel niet zal veranderen (Ietswaart, *in litt.*). In de bemonsteringen van de bodemfauna die ten grondslag liggen aan de analyses van Bokhorst *et al.*, wordt geen goed beeld verkregen van het aantal Strandkrabben in een bepaald gebied. Om deze reden is deze soort in het kader van de door het RIKZ uitgevoerde analyses niet nader uitgewerkt. De soort ontbreekt ook in de analyses van Ysebaert & Meire (1999). Uit het voorkomen van de soort in het Deltagebied is bekend geworden dat Strandkrabben voorkomen in zoute habitats (zoals de Noordzee, de benedenloop van estuaria (zoals de monding van de Westerschelde) en delen van estuaria met vrij

sterk fluctuerende zoutgehaltes. De Strandkrab is afwezig in de vrij zoete bovenloop van estuaria (Wolff 1973). De soort is echter wel overal in de Waddenzee aangetroffen, inclusief het gebied dicht bij de Afsluitdijk en in het Eems estuarium (Dankers & de Veen 1978). Gelet op het brede voedselspectrum van de Wulp en mede gelet op de gemodelleerde voorspellingen van enkele belangrijke prooidiersoorten van Bokhorst *et al.* (*in voorb.*) mogen voor de Wulp geen effecten van een derde spuinmiddelen worden verwacht. Wel zou de samenstelling van het voedselpakket lokaal kunnen veranderen.

6.11 Zwarte Ruiter *Tringa erythropus*

Flyway populatie: 77.000 - 131.000 vogels (doortrekker).

Nederlandse populatie: In de (na)zomer zijn naar schatting 10.000 Zwarte Ruiters in Nederland aanwezig, in de winter vrijwel geen (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 4300 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 1500 in de (na)zomer (gebied Texel–Wieringen–Vlieland–Griend–Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Zwarte Ruiters eten naast Zeeduizendpoten, garnalen, kleine krabjes als verschillende kleine kreeftachtigen en visjes, met name Brakwatergrondels. Veel van de kreeftachtigen en grondels worden gevangen in kleine poeltjes die bij laag water op het wad achterblijven. Zwarte Ruiters zijn relatief talrijk in de Dollard en juist hier worden veel Brakwatergrondels gegeten. In de Dollard wordt vooral gefoerageerd langs de grotere geulen in het westelijke deel van het gebied, in situaties met vrij lage zoutgehaltes. Langs de randen van deze geulen worden veel Garnalen en Brakwatergrondels in plasjes aangetroffen. De Brakwatergrondel doet zijn naam eer aan. Deze soort was in augustus in 36% van de onderzochte braakballen aanwezig (Holthuijzen 1979). Niet alleen in de Dollard maar ook elders wordt de soort vooral aangetroffen in brakke omstandigheden (b.v. Nijssen & de Groot 1987, Pampoulie 2001) en blijkt zelfs zeer goed te gedijen in brakke gebieden met een tijdelijk sterke zoetwateraanvoer (Pampoulie *et al.* 2001). *Gammarus* en *Corophium* lijken weinig gevoelig voor zoutgehalteveranderingen (Bokhorst *et al.* *in voorb.*). Hieruit mag worden afgeleid dat een lokale verzoeting van wadgebieden geen negatief effect op de aanwezigheid van Brakwatergrondels zal hebben. Gelet op het feit dat ook andere geprefereerde prooidiersoorten niet zullen afnemen onder invloed van zoutgehalteveranderingen worden ook voor de Zwarte Ruiter geen effecten van de inzet van een derde spuinmiddelen verwacht. Overigens is de Zwarte Ruiter is een vrij schaarse soort in de westelijke Waddenzee. Op het Balgzand zijn in de maanden juli-september gemiddeld 800-1000 exemplaren aanwezig, langs de kust van Wieringen gaat het om hooguit 200 exemplaren (Esselink 1999).

6.12 Tureluur

Flyway populaties: 124.000 - 127.000 vogels (*T.t. brittanica*, broedvogel en overwinteraar in vrij klein aantal), 250.000 vogels (*T.t. tolanus*, doortrekker in augustus-september en april-mei) en 64.500 vogels (*T.t. robusta*, doortrekker en overwinteraar van augustus - april)

Nederlandse populatie: 51.000 - 88.000 exn. in de periode 1997-2000 (van Roomen *et al.* 2002), 6000-9000 broedparen in de periode 1979-1985 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 50.000 (in augustus, over de periode 1989-1991, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 8000 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Het dieet van de Tureluur bestaat voor ongeveer de helft uit wormen, met name Zeeduizendpoten, voor een deel uit garnalen, krabben en kleine kreeftachtigen en voor een vrij klein deel uit Wadslakjes en kleine tweekleppigen. Ook in dit geval is sprake van een divers voedselpakket. Zeeduizendpoten lijken een over grote zouttolerantie te beschikken, hetzelfde geldt voor Nonnetjes en in wat mindere mate voor Wadslakjes (zie 6.1, Bergeend). Garnalen (zie Bonte Strandloper, 6.7) en Strandkrabben (zie Wulp, 6.10) zijn kunnen omgaan met vrij sterk fluctuerende zoutgehaltes. *Gammarus* en *Corophium* lijken tot op zekere hoogte complementair voor wat betreft gevoeligheid voor zoutgehalteveranderingen (Bokhorst *et al.*, in voorb.). Op basis van deze gegevens wordt geconcludeerd dat geen verschuiving van foerageergebieden zal optreden. Een beïnvloeding van de aanwezige aantallen Tureluurs wordt ook niet verwacht.

6.13 Groenpootruiter *Tringa nebularia*

Flyway populatie: 234.000 - 395.000 vogels (doortrekker).

Nederlandse populatie: In augustus 2000 werden in Nederland 11.000 Groenpootruiters geteld (van Roomen *et al.* 2002), waarvan 81% in de Waddenzee. In goede jaren kunnen de aantallen in het Waddengebied oplopen tot 12.000 exemplaren (Bijlsma *et al.* 2001). Gelet op het feit dat Groenpootruiters ook voorkomen in allerhande zoete binnendijkse habitats zou de totale Nederlandse populatie in "goede" jaren tijdens de doortrekkie kunnen oplopen naar 15.000 exemplaren. De soort is geen broedvogel in Nederland.

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 9800 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 4000 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Groenpootruiters eten vooral Zeeduizendpoten, Garnalen, kleine krabjes, verschillende kleine kreeftachtigen en Brakwatergrondels. Het dieet lijkt dus vrij sterk op dat van de Zwarte Ruiter, met wat minder Zeeduizendpoot en wat meer grondels. Net als bij de Zwarte Ruiter wordt een groot deel van deze prooien gevangen in kleine poeltjes die bij laag water op het wad achterblijven. Gelet op de hierboven

geschetste reacties van potentiële prooi-soorten op veranderende zoutgehaltes mogen voor de Groenpootruiter geen effecten van een derde spuinmiddelen worden verwacht.

6.14 Steenloper *Arenaria interpres*

Flyway populaties: 94.000 vogels (broedvogels uit Canada, Groenland, doortrekker en overwinteraar) en 46.000 - 119.000 vogels (mogelijke broedvogel in zeer klein aantal in Nederland en doortrek van vogels uit broedvogels uit Scandinavië en noordwest Rusland). Aanwezig van juli - mei. Beide populaties zijn in het veld en in de hand niet te onderscheiden.

Nederlandse populatie: In augustus kunnen de aantallen Steenlopers oplopen naar 6000 exemplaren, in de winter fluctueren de aantallen tussen 2000-6000 (Bijlsma *et al.* 2001). Over het kwantitatieve aandeel van de aanwezige biogeografische populaties zijn geen gegevens bekend. De soort is hooguit incidenteel broedvogel in Nederland (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 3000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 1500 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Steenlopers hebben een gevarieerd voedselpakket dat in sterke mate wordt aangepast aan de plaatselijk aanwezige omstandigheden. Tot dit voedselpakket behoren geen soorten waarvan mag worden aangenomen dat een ander spuibehoor tot een ander verspreidingsgebied of sterk veranderde aantallen zal leiden. Op basis hiervan mogen voor deze soort geen effecten van een derde spuinmiddelen worden verwacht.

6.15 Kokmeeuw *Larus ridibundus*

Flyway populatie: 5.600.000 - 7.300.000 vogels (broedvogel, doortrekker, overwinteraar).

Nederlandse populatie: 200.000-300.000 exn. in zachte winters in de jaren '90 (van Roomen *et al.* 2002); 132.000-170.000 broedparen in de periode 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 170.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 30.000 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Het dieet van de Kokmeeuw vertoont enige gelijkenis met dat van de Zwarte- en de Groenpootruiter. Naast Zeeduizendpoten staan er veel kleine kreeftachtigen op het menu maar in het geval van de Kokmeeuw ook verschillende wormen. Op basis van de hierboven genoemde te verwachte effecten van saliniteitsveranderingen mogen voor deze soort, wanneer ze op wadplaten zouden blijven foerageren, geen effecten van een derde spuinmiddelen worden verwacht. De soort heeft bovendien nog de mogelijkheid om op open water te foerageren (zie Hoofdstuk 7.5), hoewel niet bekend is in hoeverre het voedselaanbod in de permanent onder water staande delen van de Waddenzee beperkend is voor het aantal Kokmeeuwen dat daar kan

foerageren. De optie om op open water te foerageren vergroot echter, wanneer de genoemde beperking een rol speelt, de mogelijkheden van deze soort om te compenseren voor eventueel verloren gegane foerageermogelijkheden op de wadplaten. Daarnaast zijn grote aantallen aanwezig in zoete, binnendijkse gebieden.

6.16 Stormmeeuw *Larus canus*

Flyway populatie: 1.300.000 - 2.100.000 vogels (*L.c. canus*, broedvogel, doortrekker, overwinteraar).

Nederlandse populatie: Midwintertellingen in de periode 1993-1998 hebben 90.000-190.000 Stormmeeuwen opgeleverd maar niet alle geschikte gebieden worden geteld, nog afgezien van de 80.000 exemplaren die op de Noordzee (NCP) aanwezig zijn. Mogelijk zijn daarom meer dan 350.000 Stormmeeuwen in Nederland aanwezig (Bijlsma *et al.* 2001). Er broedden 6000-7900 paren in de periode 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 120.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 60.000 in de nazomer (gebied Texel-Wieringen-Vlieland-Griend-Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Het dieet van de Stormmeeuw is gevarieerd en bestaat zowel uit kleine schelpdieren (verschillende soorten maar met relatief veel Kokkels), wormen en kreeftachtigen. Daarnaast wordt, meer dan bij andere meeuwen, in binnendijks gelegen weilanden gefoerageerd, waarbij vooral regenwormen en emelten worden gegeten. Van de gegeten prooidieren is alleen de Kokkel relatief gevoelig voor zoutgehalteveranderingen (zie 6.2, Scholekster) waarbij een zekere verzouting bij Den Oever en een zekere verzoeting bij Kornwerd er toe kan leiden dat de Kokkel lokaal talrijker wordt en in een ander gebied minder talrijk. Dit zou voor de Stormmeeuw kunnen leiden tot een geringe verschuiving van foerageergebieden. Gelet op de gevarieerde menukeuze en het feit dat geen van de overige op wadplaten voorkomende prooidiersoorten in sterke mate door saliniteitsveranderingen wordt beïnvloed mogen overigens geen effecten van een derde spuinmiddel worden verwacht. Evenals de Kokmeeuw heeft ook de Stormmeeuw de mogelijkheid om op open water te foerageren (zie Hoofdstuk 7.7). Deze optie, in combinatie met de nu al veel toegepaste strategie van binnendijks foerageren, vergroten de mogelijkheden van deze soort om te compenseren voor eventueel verloren gegane foerageermogelijkheden op de wadplaten. Daarnaast zijn grote aantallen aanwezig in zoete, binnendijkse gebieden.

6.17 Zilvermeeuw *Larus argentatus*

Flyway populaties: 1.090.000 vogels (*L.a. argentatus*, broedvogel, doortrekker, overwinteraar) en 1.100.000 - 1.500.000 vogels (*L.a. argentatus*, broedvogel uit Scandinavië en westelijk Rusland, in Nederland schaarse doortrekker en wintergast).

Nederlandse populatie: Tijdens midwintertellingen worden langs de kust en in het binnenland 200.000 Zilvermeeuwen geteld, nog afgezien van de 170.000 exemplaren die op de Noordzee (NCP) aanwezig zijn (Bijlsma *et al.* 2001). De binnendijks

aanwezige aantallen zijn waarschijnlijk niet alle geteld. Er waren 67.000-90.000 broedparen in de periode 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 110.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002)

Aantallen in het studiegebied: 30.000 in de nazomer (gebied Texel–Wieringen–Vlieland–Griend–Terschelling; bron: ongepubl. data Alterra, SOVON)

Het dieet van de Zilvermeeuw is vrij gevarieerd en bestaat, meer dan bij alle andere tot dusver besproken soorten, uit broedjes en halfwas mosselen, aangevuld met andere kleine schelpdieren (verschillende soorten) en kreeftachtigen. Uit de analyse van Bult *et al.* (2003) blijkt voor de Mossel geen duidelijke relatie tussen de kans op voorkomen en zoutgehaltes. Uit de literatuurinventarisatie van Aerts (2002) blijkt dat de Mossel een groot aanpassingsvermogen heeft ten opzichte van zoutgehalteveranderingen en dat de soort na een aanpassingsperiode van enkele weken ook voorkomt in brakke situaties. Bij lage zoutgehaltes (<16‰) trad wel stagnatie van de groei terwijl zeer lage zoutgehaltes (4-5‰) leidden tot dwergexemplaren. In het gebied waar nu, en in de toekomst, lage zoutgehaltes (zullen) voorkomen en waar effecten op groei van Mosselen zouden kunnen optreden, zijn zeer weinig droogvallende wadplaten aanwezig. Aangezien Zilvermeeuwen geen Mosselen uit sublitorale gebieden kunnen opnemen mag daarom worden verwacht dat ander spuibeheer geen effecten op het voorkomen van droogvallende Mosselen zal hebben en dat hiermee ook de foerageermogelijkheden voor de Zilvermeeuw niet worden beïnvloed.

Evenals bij de Stormmeeuw zijn ook bij de Zilvermeeuw Kokkels relatief belangrijk en ten aanzien van deze soort kunnen dezelfde conclusies worden getrokken over een geringe verschuiving van foerageergebieden. Ook door de Zilvermeeuw wordt in binnendijks gelegen weilanden gefoerageerd, waarbij vooral regenwormen en emelten worden gegeten, en wordt in de Noordzeekustzone naar voedsel gezocht. Belangrijkste prooi hierbij is visafval afkomstig van kotters. Mede gelet op de gevarieerde menukeuze en het feit dat van de andere op de wadplaten voorkomende prooidiersoorten in sterke mate door saliniteitsveranderingen worden beïnvloed mogen geen effecten van een derde spuimiddel worden verwacht. Evenals andere meeuwensoorten heeft ook de Zilvermeeuw de mogelijkheid om op open water, op de Waddenzee en zeker ook op de Noordzee, te foerageren (zie ook Hoofdstuk 7.7). Deze optie, in combinatie met de nu al veel toegepaste strategie van binnendijks foerageren, vergroten nog eens de mogelijkheden van deze soort om eventueel verloren gegane foerageermogelijkheden op de wadplaten op te vangen.

7 Effecten van veranderd spuibeheer op de aantallen en verspreiding van watervogels

Op de Waddenzee komen verschillende (ecologische) groepen vogels voor, die een relatie hebben met de Afsluitdijk en de bestaande spuinmiddelen daarin. Vogels gebruiken de dijk en aanpalende kunstwerken als rustplaats (Aalscholver *Phalacrocorax carbo*, meeuwen, sterns), of de luwte die de dijk altijd biedt om aan de lijzijde te slapen (eenden), als lij-dijk bij vliegen (meeuwen), als foerageergebied (meeuwen). Visetende vogels foerageren veelvuldig in het spuiwater, waar ze gedesoriënteerde of stervende vis vangen. Aangenomen mag worden dat het leeuwendeel van die vis in feite het meeuwendeel is. Relatief weinig vis overleeft de drastische overgang van zoet naar zout, sterft en komt ten goede aan predatoren en aaseters. Als algemene, grote en wendbare predatoren hebben de visetende vogels de meeste kans. Krabben, garnalen, vissen en bacteriën ruimen de restjes op, maar de vogels hebben de eerste keus: vogels opereren zowel uit de lucht (meeuwen, sterns) als onder water (aalscholvers, zaagbekken). Duik- en zee-eenden hebben een minder duidelijke relatie met de dijk en de spui. Grote groepen van dergelijke eenden verblijven op de diepere delen van de Waddenzee vóór de Afsluitdijk. Het gebied staat bekend als een optimaal gebied voor mossel-zaadval en de jaarlijkse aanwezigheid van mosselbroed kan veel eenden aantrekken. Er zijn in het gebied ook onder water gelegen mosselkweekpercelen aanwezig die eenden aantrekken. Mogelijk hangt het succes van het mosselbroed samen met het spuien: de toevoer van veel zoet water zou predatoren als zeesterren op afstand kunnen houden.

Een nieuw spuinmiddel houdt een verandering in de toevoer van zoet water naar het wad in. Er zal, ten opzichte van de huidige situatie, zoet water op een extra locatie in de Waddenzee terecht komen. Hier doen zich nieuwe kansen voor de viseters, vanwege een nieuwe aanvoer van uitgespuide vis. Deze nieuwe aanvoer zal echter deels en wellicht geheel ten koste gaan van de hoeveelheid uitgespuide vis elders. Inzet van een derde spuinmiddel kan dan ook alleen tot gevolg hebben dat de verspreiding van op uitgespoelde vis foeragerende vogels verandert. Effecten van een nieuw spuinmiddel op eenden laten zich wat moeilijker voorspellen, vooral omdat de effecten van lage zoutconcentraties op mosselbroed nog niet goed bekend zijn. Eén en ander zal vooral afhangen van de laagste zoutconcentraties die soms worden bereikt, waarbij de periode van het jaar wanneer deze optreden en de duur van deze lage zoutconcentraties belangrijke factoren zijn die het uiteindelijke effect bepalen. Mogelijk wordt een groter gebied geschikt voor de opgroei van mosselzaad, waardoor ook de kansen voor eenden verbeteren. Wanneer de toevoer van zoet water te groot is wordt mogelijk een deel van het gebied minder geschikt voor mosselen. Tenslotte kan de jaarlijks plaatsvindende mosselzaadvissersdominant zijn t.o.v. van de effecten van spui op mosselen, dat deze factor de uiteindelijke effecten bepaalt.

7.1 Aalscholver

Flyway populatie: 700.000 vogels (Europese herfstpopulatie; van Rijn & van Eerden 2001).

Nederlandse populatie: 14.500-21.000 broedparen in 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 8895 vogels (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002). In de Waddenzee 1331 broedparen in 4 kolonies (2001), gebruiken ook Noordzee-kustzone (Alterra-SOVON). In de nazomer ca. 3000 vogels; van der Winden *et al.* 1999).

Aantallen in het studiegebied: enkele duizenden vogels (sterk wisselende aantallen, afhankelijk van wind en variaties in voedselaanbod). Maxima in de nazomer: ca. 3000 vogels; van der Winden *et al.* 1999). Rustplaatsen op dam buiten haven den Oever en in de spuihaven van Kornwerderzand.

Voedsel: alle soorten ter plaatse voorkomende vis, inclusief vis die via spuimiddelen in de Waddenzee komt.

Aalscholvers komen in het hele gebied voor: ze foerageren overal waar water staat en rusten op mosselstaken (overdag), de voet van de Afsluitdijk (overdag) en op grote, geïsoleerd liggende kunstwerken (overdag en 's nachts). In het gebied ligt één belangrijke rustplaats waar zich duizenden vogels kunnen verzamelen, de blinde dam aan de buitenzijde van de haven van Den Oever. Vogels die hier rusten hebben een ruim gebied waar ze foerageren. In braakballen die ter plaatse zijn verzameld is een mix aangetroffen van Waddenzee- en IJsselmeervis (Leopold *et al.* 1998). De herkomst van de IJsselmeervis is onduidelijk. Het zal deels gaan om vis die in het IJsselmeer is gevangen en deels bestaan uit uitgespuide vis. De vogels foerageren ter plaatse op het wad, zowel individueel als in grote groepen van honderden vogels bij elkaar en doen dit het hele jaar door. Een tweede rustplaats ligt in de Spuihaven van Kornwerderzand, aan de IJsselmeerkant van de Afsluitdijk (van Rijn & van Eerden 2001). Foeragerende Aalscholvers kunnen veelvuldig worden gezien in de spuikommen aan de wadkant. We mogen dus gevoeglijk aannemen dat uitgespuide vis een onderdeel van hun dieet vormt.

De combinatie van de aanwezigheid van geschikte rustplaatsen, met een gegarandeerd voedselaanbod, maakt de omgeving van de spuimiddelen bijzonder attractief voor Aalscholvers. Het voedselbod is gegarandeerd, omdat de vogels in de Waddenzee, op het IJsselmeer én in de spuikommen kunnen foerageren. Er is dus altijd wel ergens iets te halen voor ze. De IJsselmeer-populatie staat onder druk door verminderde productie van het systeem, terwijl de Waddenzee-populatie nog steeds sterk groeit. De dam op het wad bij de haven van Den Oever wordt gezien als een potentiële broedplaats (van Rijn & van Eerden 2001), ook al gezien de afstand van deze locatie tot bestaande kolonies (Texel, Zwanenwater en Enkhuizen): hier past nog een kolonie tussen. Hetzelfde (vestiging mogelijk, indien geschikt habitat aanwezig) geldt voor Kornwerderzand. Mocht het nieuwe spuimiddel worden uitgerust met een kunstwerk in de Waddenzee of IJsselmeer dat niet verbonden is met de oever, dan zal dit zich zeker tot een nieuwe slaappleats, en wellicht tot een nieuwe kolonie ontwikkelen.

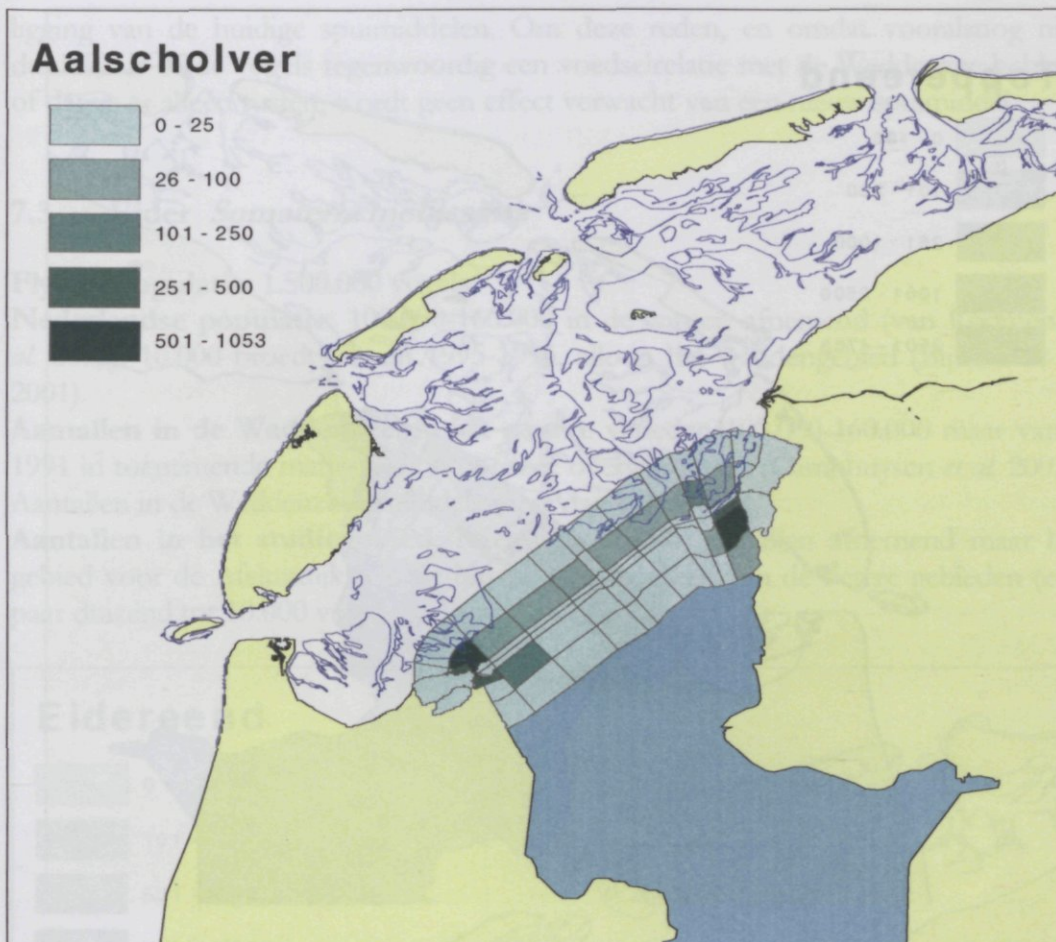


Fig. 20. De verspreiding van Aalscholwers (aantallen in de weergegeven vakken) in een 6 km brede zone aan weerszijden van de Afsluitdijk in de maanden waarin de hoogste aantallen voorkomen. Data: RIZA, RIKZ, SOVON

7.2 Topper *Aythya marila*

Flyway populatie: 310.000 vogels.

Nederlandse populatie: ca. 150.000 in de winter, geen broedvogel.

Aantallen in de Waddenzee: max. 30.000 in het midden van de winter (Swennen 1985, Berrevoets *et al.* 2001), mogelijk drie maal zoveel in december. Tijdens strenge vorst en het dichtvriezen van het IJsselmeer tijdelijk oplopend tot rond 100.000 (Platteeuw 1986).

Aantallen in het studiegebied: vrijwel alle Toppers in de Waddenzee zitten voor de Afsluitdijk.

Voedsel: onbekend voor de Waddenzee, mogelijk gebruiken ze het gebied alleen om te rusten, niet om te eten.

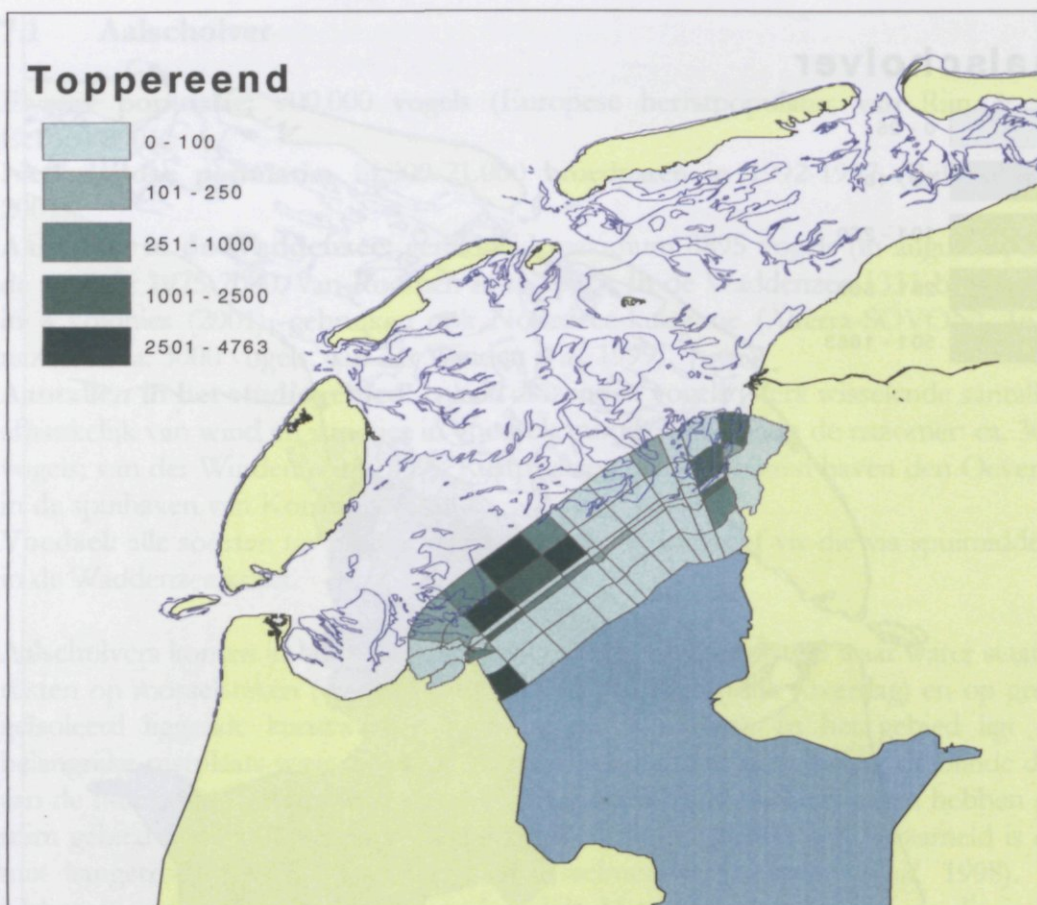


Fig. 21. De verspreiding van Toppers (aantallen in de weergegeven vakken) in een 6 km brede zone aan weerszijden van de Afsluitdijk in de maanden waarin de hoogste aantallen voorkomen. Data: RIZA, RIKZ, SOVON

Toppers zijn in Nederland wintergast en komen jaarlijks in het gebied voor, meestal geconcentreerd in één of enkele grote groepen. Deze zijn niet altijd vanaf de kust zichtbaar en tellingen vanaf land laten dan ook vaak onderschatting zien. Er is uitwisseling met het IJsselmeer, tegenwoordig het eigenlijke overwinteringsgebied van de soort in Nederland. In de jaren '80 van de vorige eeuw verzamelden de Toppers zich eerst in de westelijke Waddenzee. Vermoedelijk werd hier vooral op Mossel gevoerageerd. In de loop van de het seizoen verhuisden de Toppers naar het IJsselmeer waar vooral Driehoeksmosselen *Dreissena* worden gegeten. Tegenwoordig wordt, ook vlak na aankomst in het najaar, meteen op het IJsselmeer gevoerageerd (Platteeuw, *in litt.*). Deze vogels worden overdag echter nog steeds op de Waddenzee waargenomen, meest rustend, zowel boven als naast mosselpercelen (Berrevoets *et al.* 2001). Mogelijk eten de meeste vogels, die overdag op de Waddenzee verblijven, ook in dit gebied. Ze zijn echter vooral nacht-actief en er zijn geen waarnemingen van het nachtelijk foerageergedrag beschikbaar. Wel zijn er radarwaarnemingen die laten zien dat er ook 's nachts uitwisseling is met IJsselmeer. In magen van vogels die in de afgelopen jaren op het IJsselmeer dood in netten werden gevonden zijn slechts uit het IJsselmeer afkomstige prooien (vooral Driehoeksmosselen) gevonden.

De belangrijkste rustplaatsen liggen midden voor de Afsluitdijk en ten noorden van de aansluiting van de Afsluitdijk met Friesland. Er lijkt geen relatie te zijn met de

ligging van de huidige spuumiddelen. Om deze reden, en omdat vooralsnog niet duidelijk is of de vogels tegenwoordig een voedselrelatie met de Waddenzee hebben of dat ze er alleen rusten, wordt geen effect verwacht van een nieuw spuumiddel.

7.3 Eider *Somateria mollissima*

Flyway populatie: 1.500.000 vogels.

Nederlandse populatie: 100.000-160.000 in de winter, afnemend (van Roomen *et al.* 2002). 10.000 broedparen in 1995-1996, alle in het waddengebied (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: in het recente verleden 100.000-160.000 maar vanaf 1991 in toenemende mate op de Noordzee overwinterend (Camphuysen *et al.* 2002). Aantallen in de Waddenzee inmiddels meer dan gehalveerd.

Aantallen in het studiegebied: referentie: 30.000, aantallen afnemend maar het gebied voor de Afsluitdijk was de laatste jaren nog een van de betere gebieden (een paar duizend tot 10.000 vogels).

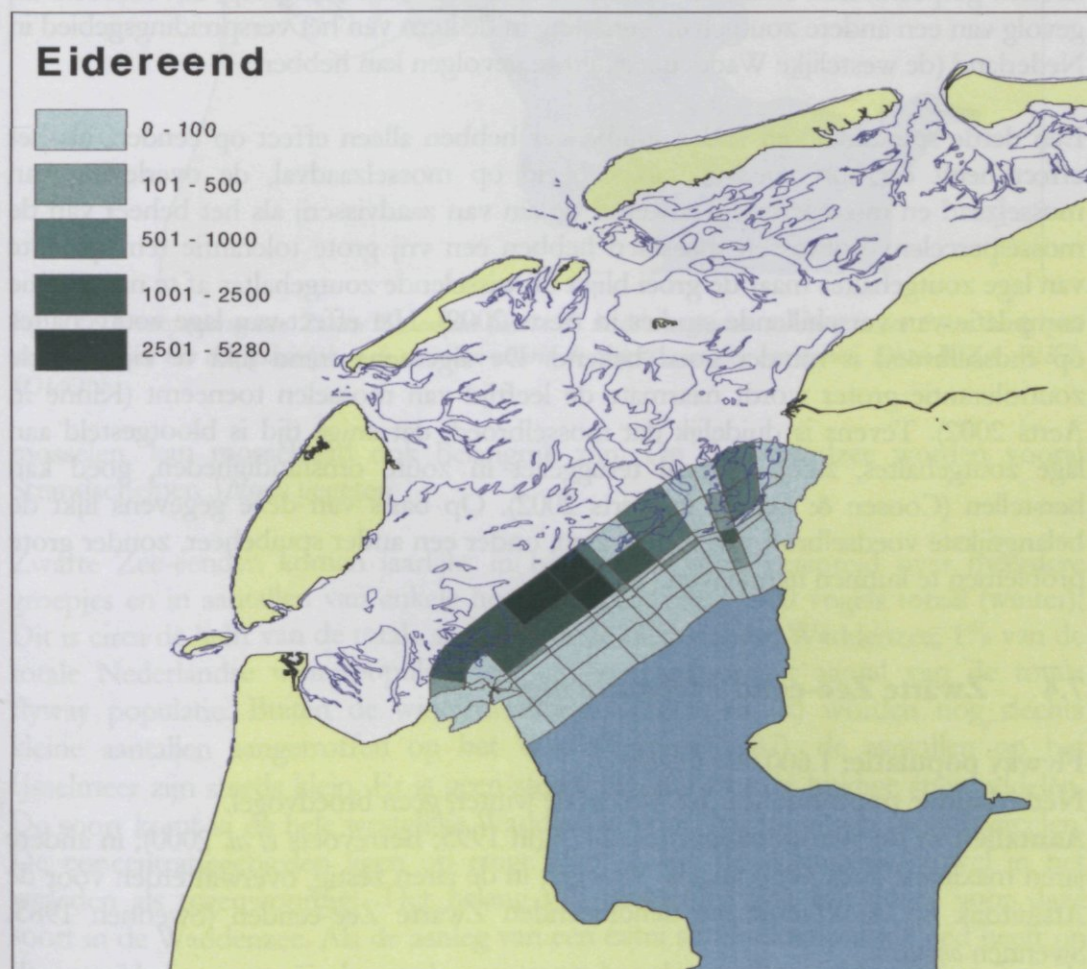


Fig. 22. De verspreiding van Eiders (aantallen in de weergegeven vakken) in een 6 km brede zone aan weerszijden van de Afsluitdijk in de maanden waarin de hoogste aantallen voorkomen. Data: RIZA, RIKZ, SOVON

Voedsel: onbekend, vermoedelijk vooral mosselen, zowel ter plaatse opgroeiend zaad als reeds verplaatste mosselen op kweekpercelen. Er is een sterke associatie met mosselpercelen ter plaatse.

Eiders komen in de hele Waddenzee voor, maar vooral in het westelijke deel, waar veel diep water voorkomt en waar de mosselpercelen liggen (Berrevoets & Arts 2003). De Waddenzeepopulatie staat ernstig onder druk. Sinds het midden van de jaren '80 is sprake van een verhoogde sterfte en sinds 1999 was er in enkele jaren sprake van massale sterfte in de winter. Bovendien is een groot deel van de populatie gedurende enkele jaren verhuisd naar het Noordzee-kustgebied. Voedselgebrek wordt als hoofdoorzaak gezien (Ens *et al.* 2002). Uit deze waarnemingen blijkt dat er een sterke autonome ontwikkeling gaande is, die een effect van een nieuw spuimiddel vermoedelijk overschaduwde. In het kader van het EVA-2 onderzoek wordt momenteel onderzocht in hoeverre mosselvisserij en een gewijzigd beheer van consumptiemosselen op mosselpercelen in de westelijke Waddenzee hierin een rol hebben gespeeld. Eén en ander maakt ook duidelijk dat een ingreep, bijvoorbeeld als gevolg van een andere zoutgehalteverdeling in de kern van het verspreidingsgebied in Nederland (de westelijke Waddenzee), grote gevolgen kan hebben.

Een derde spuimiddel en ander spuibeheer hebben alleen effect op eenden, als het effect heeft op hun voedsel: bijvoorbeeld op mosselzaadval, de overleving van mosselzaad en mosselvisserij, zowel in de zin van zaadvisserij als het beheer van de mosselpercelen. Volwassen mosselen hebben een vrij grote tolerantie ten opzichte van lage zoutgehalten maar de groei blijkt bij wisselende zoutgehalten af te nemen (zie compilatie van verschillende studies in Aerts 2002). Het effect van lage zoutgehalten op mosselbroed is minder goed bekend. De algemene trend lijkt te zijn dat de zouttolerantie groter wordt naarmate de leeftijd van mosselen toeneemt (Kinne in Aerts 2002). Tevens is duidelijk dat mosselbroed, dat enige tijd is blootgesteld aan lage zoutgehalten, zich, eenmaal teruggezet in zoute omstandigheden, goed kan herstellen (Coosen & Leewis in Aerts 2002). Op basis van deze gegevens lijkt de belangrijkste voedselbron van Eiders zich, onder een ander spuibeheer, zonder grote problemen te kunnen handhaven.

7.4 Zwarte Zee-eend *Melanitta nigra*

Flyway populatie: 1.600.000 vogels.

Nederlandse populatie: ca. 100.000 in de winter, geen broedvogel.

Aantallen in de Waddenzee: max. 2477 (in 1995; Berrevoets *et al.* 2000); in andere jaren maximaal circa 1000 vogels. Vroeger, in de jaren zestig, overwinterden voor de Afsluitdijk op de Waddenzee tienduizenden Zwarte Zee-eenden (Swennen 1985; Swennen *onpubl.*).

Aantallen in het studiegebied: niet goed bekend, ordegrootte honderden tot een paar duizend.

Voedsel: onbekend, maar vermoedelijk vooral mosselen. Er is een associatie met mosselpercelen ter plaatse en gezien het belang van het gebied voor de broedval van.

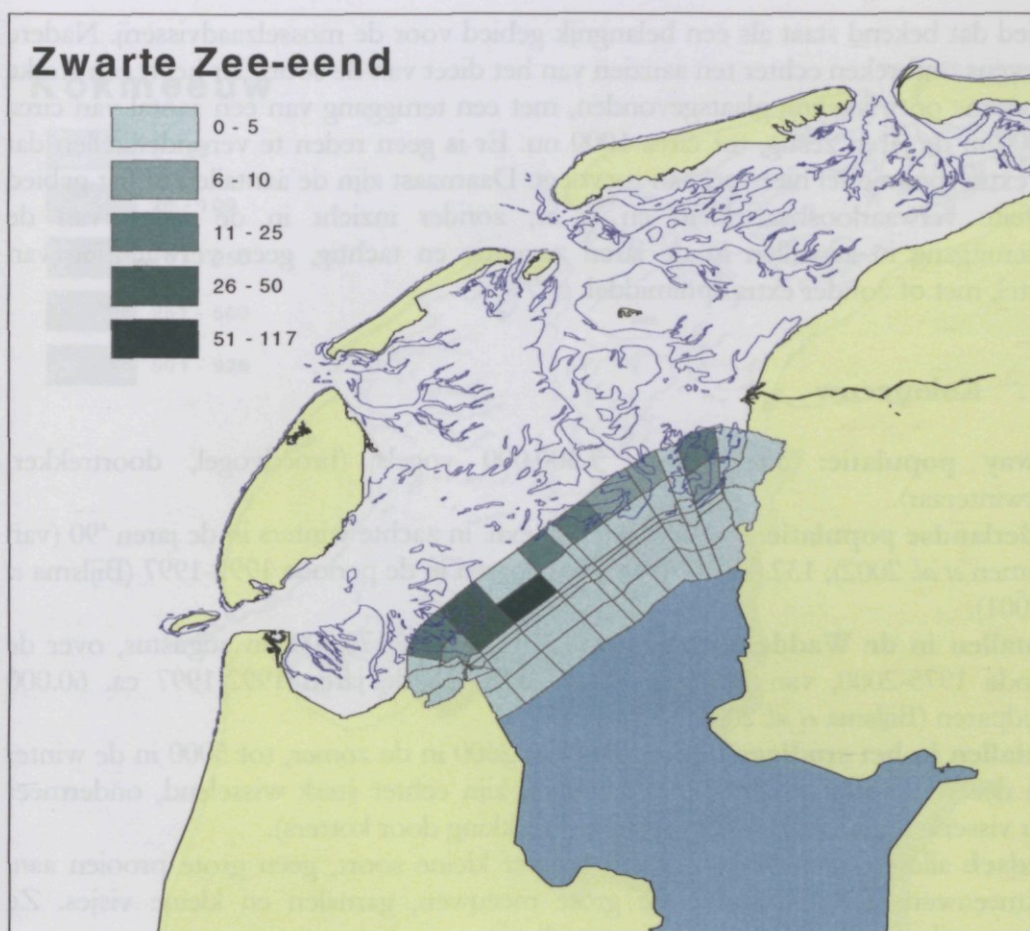


Fig. 23. De verspreiding van Zwarte Zee-eenden (aantallen in de weergegeven vakken) in een 6 km brede zone aan weerszijden van de Afsluitdijk in de maanden waarin de hoogste aantallen voorkomen. Data: RIZA, RIKZ, SOVON

mosselen, kan mosselzaad ook belangrijk zijn. Op de Noordzee worden vooral Strandschelpen *Spisula* gegeten

Zwarte Zee-eenden komen jaarlijks in het gebied voor, verspreid over meerdere groepjes en in aantallen van enkele honderden tot circa 1000 vogels totaal (winter). Dit is circa de helft van de totale aantallen in de Nederlandse Waddenzee; 1% van de totale Nederlandse winterpopulatie en een verwaarloosbaar aantal van de totale flyway populatie. Buiten de wintermaanden (oktober-maart) worden nog slechts kleine aantallen aangetroffen op het Wad (Teixeira 1987), de aantallen op het IJsselmeer zijn steeds klein. Er is geen sterke binding met de huidige spuiemiddelen. De soort komt in de hele westelijke Waddenzee voor, het meest op mosselpercelen. De concentratiegebieden liggen op enige afstand van de Afsluitdijk (zowel in het verleden als tegenwoordig). Het belang van mosselpercelen is evident voor deze soort in de Waddenzee. Als de aanleg van een extra spuiemiddel een invloed heeft op de ontwikkeling van percelen in de omgeving, kan dit ter plaatse doorwerken naar de eenden, maar vermoedelijk slechts in de zin van een verplaatsing binnen de westelijke Waddenzee, als het totaal aan percelen (oppervlak, productie) niet verandert. De rol van mosselzaad is onduidelijk. Binnen de Waddenzee zitten en zaten de meeste Zwarte Zee-eenden in relatief diep water ten noordwesten van de Afsluitdijk, in een

gebied dat bekend staat als een belangrijk gebied voor de mosselzaadvisserij. Nadere gegevens ontbreken echter ten aanzien van het dieet van de soort. Er heeft een sterke autonome ontwikkeling plaatsgevonden, met een teruggang van een aantal van circa 40.000 in de jaren zestig, tot circa 1000 nu. Er is geen reden te veronderstellen dat een extra spuumiddel hier veel aan toevoegt. Daarnaast zijn de aantallen in het gebied in feite verwaarloosbaar klein en is er, zonder inzicht in de reden van de achteruitgang in aantallen in de jaren zeventig en tachtig, geen verwachting van herstel, met of zonder extra spuumiddel.

7.5 Kokmeeuw

Flyway populatie: 5.600.000 - 7.300.000 vogels (broedvogel, doortrekker, overwinteraar).

Nederlandse populatie: 200.000-300.000 exn. in zachte winters in de jaren '90 (van Roomen *et al.* 2002); 132.000-170.000 broedparen in de periode 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: gemiddeld maximum 170.000 (in augustus, over de periode 1975-2000, van Roomen *et al.* 2002). In de jaren 1992-1997 ca. 60.000 broedparen (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in het studiegebied: gemiddeld 2600 in de zomer, tot 5000 in de winter (van der Winden *et al.* 1999). De aantallen zijn echter sterk wisselend, ondermeer door visserij-activiteiten in het gebied (aantrekking door kotters).

Voedsel: alleseters, maar kunnen als relatief kleine soort, geen grote prooien aan. Kokmeeuwen eten, meer dan de grote meeuwen, garnalen en kleine visjes. Ze foerageren in grote aantallen op uitgespuide vis.

In de spuikommen zijn de Kokmeeuwen vermoedelijk de meest talrijke vogels als er gespuid wordt. Ze zijn behendig en goed in staat om vooral kleine vis (Spiering) uit woelig water op te pikken. Daarnaast benutten ze bijvangst van garnalenkotters en rusten ze op de dijk. Een extra spuumiddel betekent dat op een nieuwe plaats vis zal worden uitgespuid maar de totale hoeveelheid uitgespuide vis zal, naar verwachting, niet veranderen. Dit zal leiden tot een herverdeling en niet tot een aantalsverandering van de Kokmeeuwen rond de Afsluitdijk.

7.6 Zilvermeeuw

Flyway populaties: 1.090.000 vogels (*L.a. argenteus*, broedvogel, doortrekker, overwinteraar) en 1.100.000 - 1.500.000 vogels (*L.a. argentatus*, broedvogel uit Scandinavië en westelijk Rusland, in Nederland schaarse doortrekker en wintergast).

Nederlandse populatie: Tijdens midwintertellingen worden langs de kust en in het binnenland 200.000 Zilvermeeuwen geteld, nog afgezien van de 170.000 exemplaren die op de Noordzee (NCP) aanwezig zijn (Bijlsma *et al.* 2001) maar de binnendijks aanwezige aantallen zijn waarschijnlijk niet alle geteld. Er waren 67.000-90.000 broedparen in de periode 1992-1997 (Bijlsma *et al.* 2001).

Aantallen in de Waddenzee: Gemiddeld maximum 110.000 exn. in de periode 1975-2000 (van Roomen *et al.* 2002). In totaal ca. 30.000 broedparen aanwezig (SOVON).

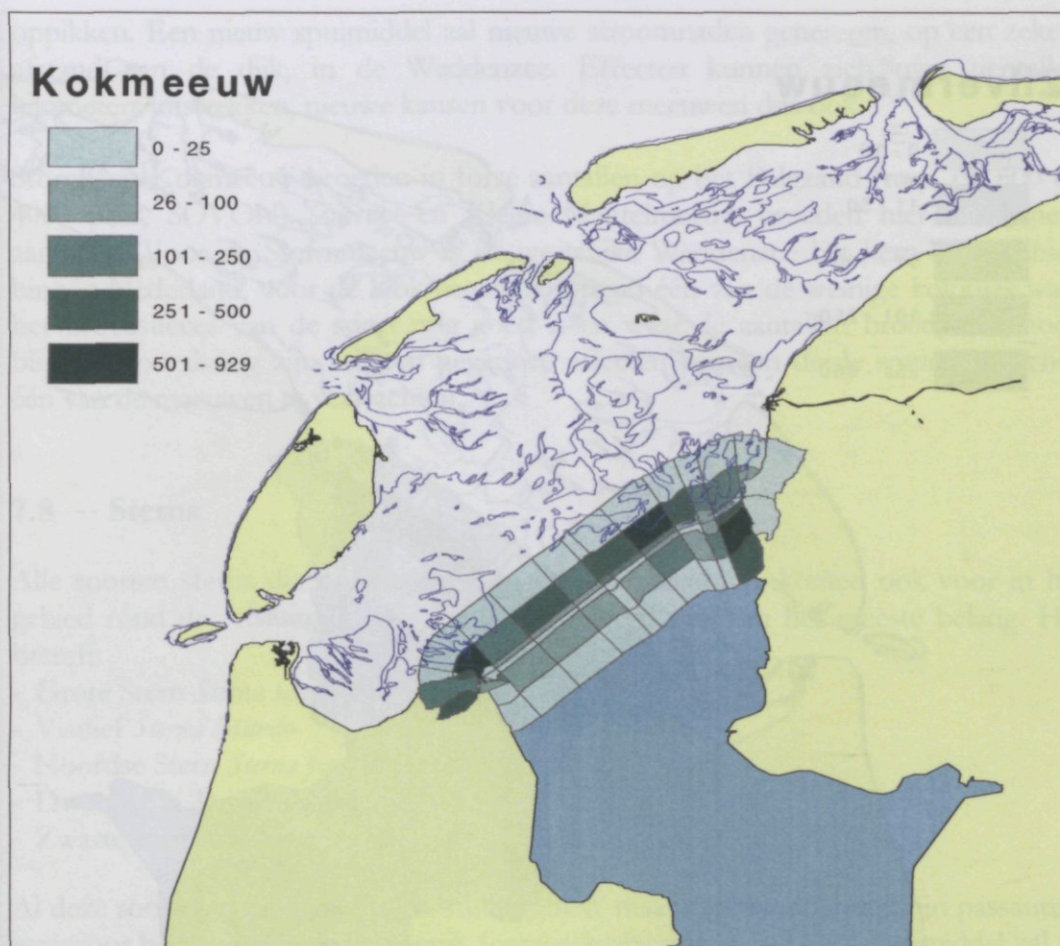


Fig. 24. De verspreiding van Kokmeeuwen (aantallen in de weergegeven vakken) in een 6 km brede zone aan weerszijden van de Afsluitdijk in de maanden waarin de hoogste aantallen voorkomen. Data: RIZA, RIKZ, SOVON

Aantallen in het studiegebied: niet goed bekend, ordegrootte honderden tot een paar duizend; sterk wisselend, ondermeer door visserij-activiteiten in het gebied (aantrekking door kotters).

Voedsel: alleseters. Op wadplaten worden kleine mosselen en kokkels gegeten, van de dijkvoet ook grotere mosselen, indien aanwezig. Vis is belangrijk voedsel, maar Zilvermeeuwen zijn geen behendige vissers: ze “vissen” vooral achter kotters en in het uitgespuide water, waar vis gedesorïenteerd of stervend aan het oppervlakte komt.

Zilvermeeuwen komen overal in het gebied voor, en benutten iedere kans die de omgeving hen biedt. Ze foerageren massaal achter garnalenkotters, maken gebruik van thermiek langs de Afsluitdijk voor vliegen; rusten op de dijk en op aanpalende kunstwerken en gebruiken de dijk om schelpen en grote krabben op stuk te gooien om ze vervolgens op te eten. Extra landschapselementen zullen ook vogels aantrekken, zeker een nieuw spuimiddel (voedsel, en mogelijk rustplaats). Een extra spuimiddel betekent echter vooral dat op een nieuwe plaats vis zal worden uitgespuid. De totale hoeveelheid uitgespuide vis zal, naar verwachting, niet veranderen. Dit zal vooral leiden tot een herverdeling en niet tot een aantalsverandering van het aantal Zilvermeeuwen rond de Afsluitdijk.

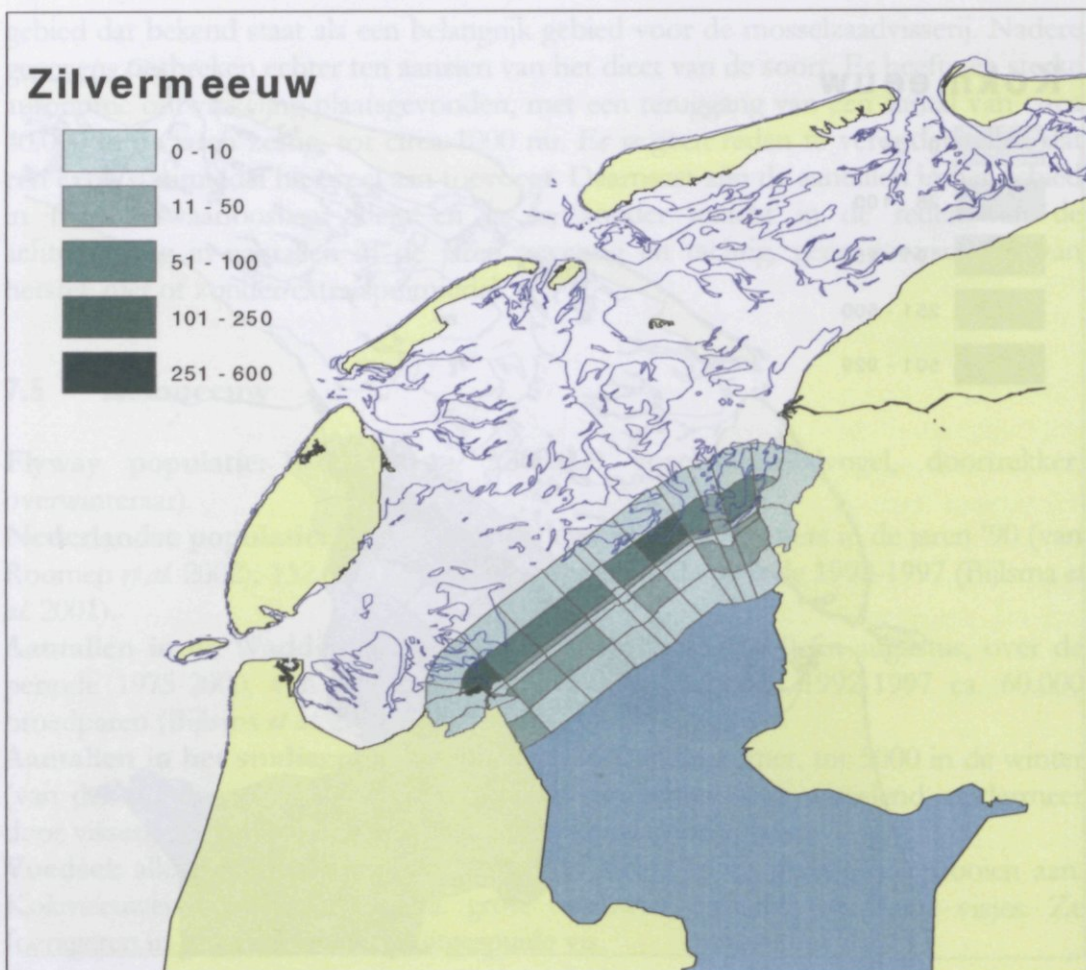


Fig. 25. De verspreiding van Zilvermeeuwen (aantallen in de weergegeven vakken) in een 6 km brede zone aan weerszijden van de Afsluitdijk in de maanden waarin de hoogste aantallen voorkomen. Data: RIZA, RIKZ, SOVON.

7.7 Schaarsere meeuwen

Alle soorten meeuwen die (normaal) in Nederland voorkomen, zijn ook in het studiegebied waargenomen. In aantallen van 100 of meer zijn dit:

- Grote Mantelmeeuw (*Larus marinus*, ca. 300 in de winter)
- Kleine Mantelmeeuw (*Larus fuscus/graelsii*, max. 200, voorjaar)
- Stormmeeuw (2000, winter: van der Winden *et al.* 1999) en
- Dwergmeeuw (*Larus minutus*, vele honderden, najaar en winter; waarnemingen MFL & CJS).

Van de voedsel生态学 van deze soorten is niet veel bekend, dat relevant is voor het studiegebied. Grote Mantelmeeuwen zijn talrijk in het IJsselmeer en gebruiken alle kustgedeelten als rustplaats, dus ook de Afsluitdijk. Het voedsel is divers maar niet speciaal gebiedsgebonden. Kleine Mantelmeeuwen zijn in Nederland zomergast (broedvogel) met grote en in aantal groeiende kolonies op de Waddeneilanden. Deze soort is meer op de Noordzee dan op de Waddenzee georiënteerd, spijmiddelen bevinden zich in de marge van hun omgeving. Stormmeeuwen en Dwergmeeuwen zijn op zee specialisten van stroomnaden, waar ze meest onzichtbaar kleine prooien

oppikken. Een nieuw spuumiddel zal nieuwe stroomnaden genereren, op een zekere afstand van de dijk, in de Waddenzee. Effecten kunnen zich over tientallen kilometers uitstrekken, nieuwe kansen voor deze meeuwen dus ook.

Storm- en Kokmeeuw broeden in forse aantallen op het Balgzand (resp. ca. 600 en 4000 paar, SOVON). Zilver- en Kleine Mantelmeeuw broeden hier in kleinere aantallen. Voor de Stormmeeuw is de westelijke Waddenzee het kern-broedgebied binnen Nederland, voor de Kokmeeuw is Griend één van de weinige kolonies waar het broedsucces van de soort nog goed is en waar de aantallen broedparen hoog blijven. Vooralsnog zijn er geen negatieve effecten van een derde spuumiddel voor één van de meeuwen te verwachten.

7.8 Sterns

Alle soorten sterns die normaal in Nederland voorkomen, komen ook voor in het gebied rond de Afsluitdijk. De zoutwater-soorten zijn van het meeste belang. Het betreft:

- Grote Stern *Sterna sandrivensis*
- Visdief *Sterna hirundo*
- Noordse Stern *Sterna paradisaea*
- Dwergstern *Sterna albifrons*
- Zwarte Stern *Chlidonias niger*.

Al deze soorten foerageren in het studiegebied, maar de meeste sterns zijn passanten, waarvoor het gebied geen belangrijk foerageergebied is. Een nieuw spuumiddel zal de volgende effecten op deze soorten hebben:

- Grote Stern: deze soort heeft een zeer grote en internationaal belangrijke broedkolonie op Griend. Naar verwachting wordt de hydrografie hier niet aangetast door een nieuw spuumiddel. Bovendien foerageren de meeste Grote Sterns van Griend op de Noordzee, dus nog verder naar buiten. Vóór de Afsluitdijk worden in de zomermaanden gemiddeld 250 Grote Sterns geteld (van der Winden *et al* 1999) en het valt niet te verwachten dat er aan dit, op zich kleine, getal iets wezenlijks zal veranderen door een nieuw spuumiddel.
- Visdief en Noordse Stern komen beide foeragerend voor, aan de wadzijde van de Afsluitdijk (beide soorten broeden ook op Griend), maar niet in belangrijke aantallen. Er is wel belangrijke slaaptrek van Visdieven en van Zwarte Sterns, naar slaapplekken bij Den Oever en op het Balgzand, maar deze lijken niet gerelateerd aan spuiactiviteiten (zie de concentratie bij Den Oever in Fig. 26). Visdieven en Zwarte Sterns, en in mindere mate de andere soorten, foerageren in en rond de spuikommen op uitgespuide vis. Kwantitatieve gegevens zijn echter niet bekend. Het ligt voor de hand dat ook nieuwe spuikommen deze functie voor passerende of pleisterende sterns zullen krijgen. Het is niet waarschijnlijk dat dit een groot effect zal hebben op de aantallen sterns die hier foerageren. De verspreiding van de vogels zal wel veranderen.

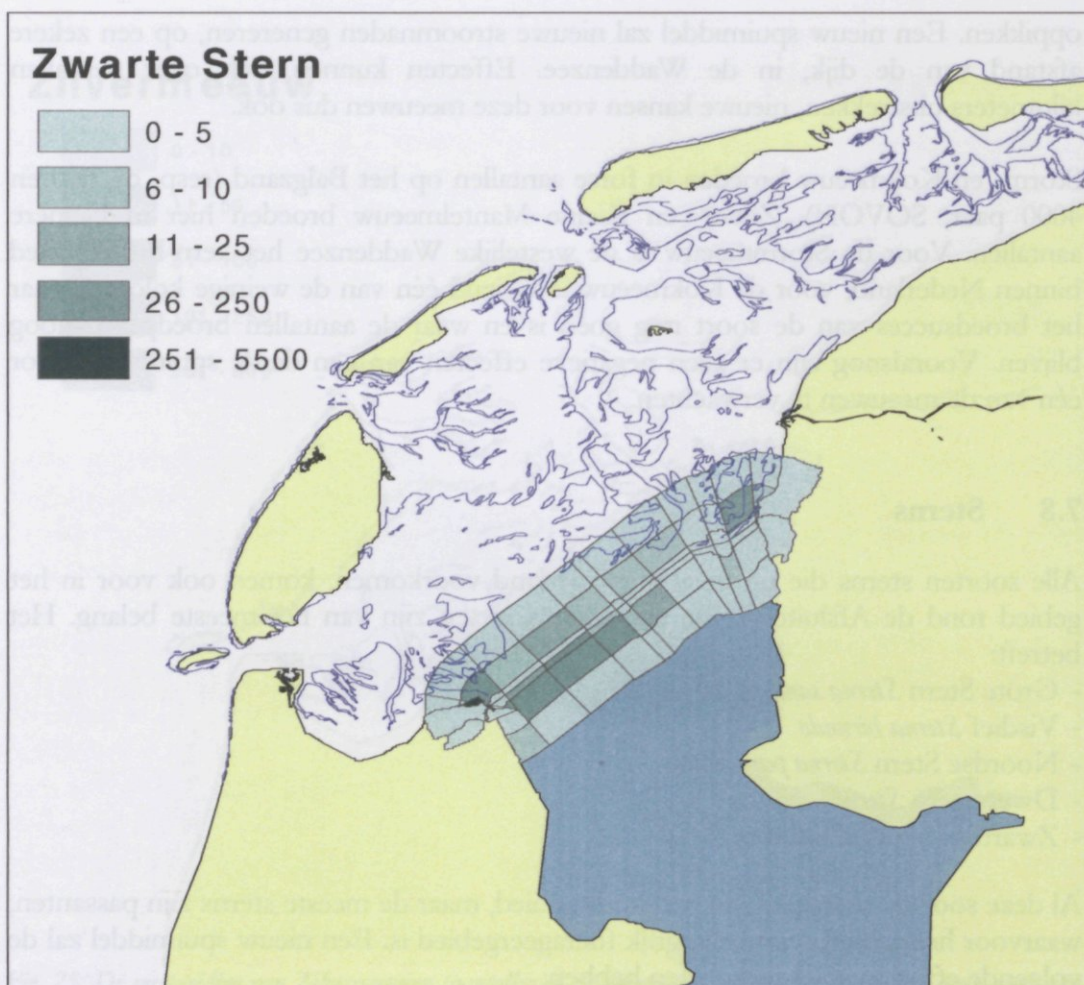


Fig. 26. De verspreiding van Zwarte Sterns (aantallen in de weergegeven vakken) in een 6 km brede zone aan weerszijden van de Afsluitdijk in de maanden waarin de hoogste aantallen voorkomen. Data: RIZA, RIKZ, SOVON

8 Effecten van veranderd spui-beheer op de aantallen en verspreiding van zeezoogdieren

8.1 Soorten in het studiegebied

Er komen drie soorten zeezoogdieren voor in het gebied: de Gewone zeehond *Phoca vitulina*, de Grijze zeehond *Halichoerus grypus* en de Bruinvis *Phocoena phocoena* (Reijnders 1983, 1992ab, Verwey & Wolff 1981). Deze laatste soort wordt zelden waargenomen en veelal alleen op het Marsdiep en in het begin van de Texelstroom (Verwey & Wolff 1981, Reijnders *et al.* 1996). Dwaalgasten die met een nog lagere frequentie worden gezien zijn de Zadelrob *Phoca groenlandica*, Klapmuts *Cystophora cristata* en Ringelrob *Phoca hispida*. De Tuimelaar *Tursiops truncatus* is al decennia geleden geheel verdwenen uit dit gebied (Wolff 1981). Op grond van de regelmaat van voorkomen worden hierna alleen de Gewone zeehond en de Grijze zeehond besproken. Op basis van het schaarse voorkomen van de andere soorten gaan we ervan uit dat de inzet van een derde spuimiddel hierop geen effecten zal hebben.

8.2 Verspreiding en aantallen

Gewone zeehonden worden per vliegtuig en Grijze zeehonden vanaf een boot geteld. Die tellingen worden uitgevoerd tijdens laagwater wanneer ze op de zandbanken komen. Het maximum aantal Gewone zeehonden wordt in de zomer geteld, halverwege augustus tijdens de verharing. De meeste jongen worden eind juni geteld (Reijnders 1976, 1978, Brasseur & Reijnders 1997). Het maximum aantal Grijze zeehonden wordt in maart-april geteld tijdens de verharing die voor deze soort dan plaatsheeft. Het maximum aantal jongen van Grijze zeehonden worden eind december geteld (Reijnders 1992b). De boottellingen voor Grijze zeehonden in de winterperiode zijn logistiek gecompliceerd. Daarom zijn alleen voor de grotere kolonies rond Vlieland en Terschelling gegevens beschikbaar (Reijnders *et al.* 1995). In dit hoofdstuk worden de aantallen getelde Grijze zeehonden weergegeven die zijn waargenomen tijdens de vliegtellingen voor Gewone zeehonden in de zomer. Aangezien de zomeraantallen van Grijze zeehonden veelal ongeveer de helft van de winteraantallen zijn (Reijnders *et al.* 1995) geven de gebruikte aantallen een relatieve index voor de ontwikkeling van de betreffende kolonies in dit gebied. In Fig. 27 en Fig. 28 zijn voor het studiegebied de ligplaatsen van respectievelijk Gewone en Grijze zeehonden aangegeven. De Gewone zeehonden komen verspreid in het gehele studiegebied voor, de Grijze zeehonden zijn vooral geconcentreerd op de Bollen en in het Scheurak-Omdraai.

In 2002 is een (Phocine Distemper)virusepidemie uitgebroken onder Gewone zeehonden. Medio 2003 wordt ingeschat dat circa 50% van de populatie in de Waddenzee is gestorven (Reijnders, *ongepubl.*). De aantalsontwikkeling van de zeehonden gedurende de laatste vijf jaren in het studiegebied is daarom weergegeven voor 1997-2001 (Fig. 29). Daaruit valt af te leiden dat het aantal dieren met gemiddeld 21,7% per jaar is toegenomen. Dat is hoger dan de gemiddelde

groeisnelheid (15.5%) in die periode voor de gehele Deens-Duits-Nederlandse Waddenzee-populatie. Er wordt op gewezen dat de zeehonden weliswaar preferente zandbanken hebben om te rusten, maar dat er sterke dispersie is, ook binnen de seizoenen. De aantalsontwikkelingen in het studiegebied moeten derhalve niet als autonoom worden beschouwd en steeds in relatie tot de rest van het waddengebied worden bekeken.

De Grijze zeehonden zijn nauwelijks gevoelig voor het Phocine Distemper-virus en er zijn slechts enkele slachtoffers gevonden. Het aantalsverloop voor deze soort is weergegeven in Fig. 29. Daaruit is te herleiden dat het aantal Grijze zeehonden sterk is toegenomen, met een gemiddelde van 53,6% per jaar. Evenals voor de Gewone zeehonden geldt ook voor deze soort dat er uitwisseling is met andere gebieden. Met name geldt dit voor de groepen die regelmatig op de Razende Bol (zuidwest van Texel) worden gesignaleerd. Ontwikkelingen in kolonies in beide gebieden hangen samen en worden bovendien beïnvloed door de grote aantallen die tussen Vlieland en Terschelling verblijven (Reijnders & Brasseur 2002).

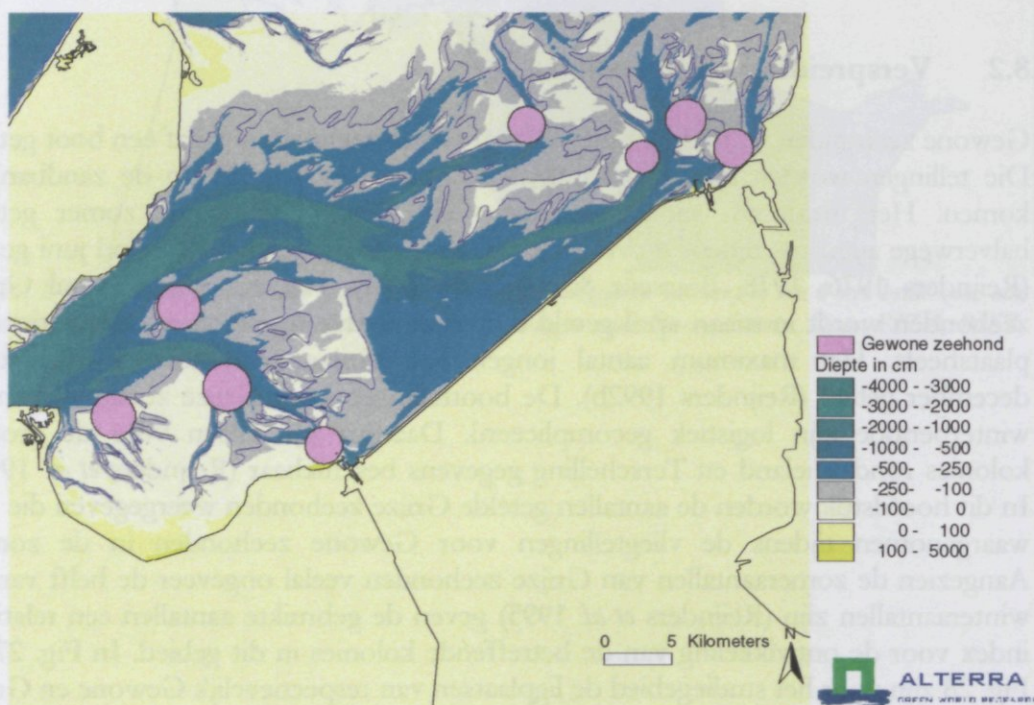


Fig. 27. Ligplaatsen van Gewone zeehonden in het studiegebied. Bron: Alterra, ongepubl.

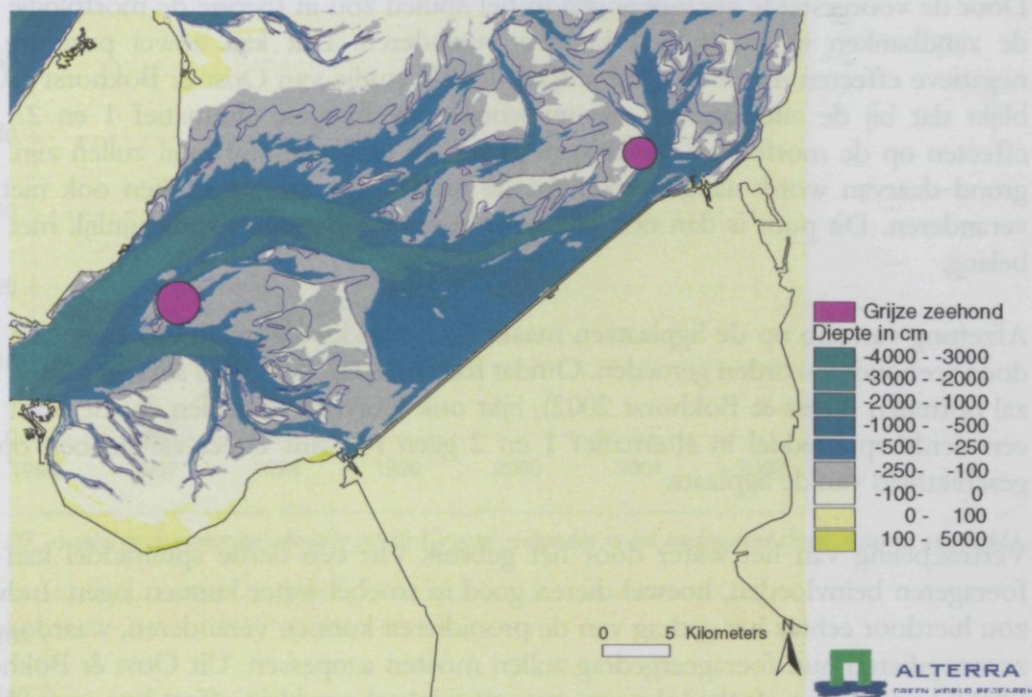


Fig. 28. Ligplaatsen van Grijze zeehonden in het studiegebied. Bron: Alterra, ongepubl

8.3 Functie van het gebied en de effecten van het inzetten van een derde spuumiddel

De zandbanken in het studiegebied zijn voor de zeehonden vooral een rustgebied, dat essentieel is tijdens het werpen, zogen en de verharing (Reijnders 1989, Brasseur *et al.* 1996, Brasseur & Reijnders 1997). Naast die ligplaatsfunctie zal de directe omgeving ook als foerageergebied functioneren voor beide genoemde soorten zeehonden. Uitgaande van de functie van het gebied voor zeehonden zijn de effecten beoordeeld die zouden kunnen optreden ten gevolge van de inzet van een derde spuumiddel:

- morfologische veranderingen ten gevolge van hydrologische processen,
- veranderingen in textuur van ligplaatsen door neerslag van slib,
- vermindering van voedselaanbod en/of voedselbenutting door toegenomen troebelheid van het water.

De kenmerken waaraan een zandbank die zeehonden prefereren als ligplaats moeten voldoen, zijn:

- steilheid vaak samengaan met ligging aan diep water
- een zandige textuur
- circa 5-6 uur droogvaltijd
- weinig verstoring door menselijke activiteiten (Reijnders 1989).

Dit laatste aspect zal door het gebruik van een derde spuumiddel niet worden beïnvloed en wordt daarom hier niet verder besproken.

Door de voorgestelde veranderingen in het spuien zou in theorie de morfologie van de zandbanken in het gebied kunnen veranderen. Dat kan zowel positieve als negatieve effecten met zich meebrengen. Uit de studie van Oost & Bokhorst (2002) blijkt dat bij de alternatieven die nu worden overwogen, alternatief 1 en 2A, de effecten op de morfologie (erosie van platen en geulvorming) nihil zullen zijn. Op grond daarvan wordt aangenomen dat de morfologie van de banken ook niet zal veranderen. Dit punt is dan ook ten aanzien van zeehonden waarschijnlijk niet van belang.

Afzetting van slib op de ligplaatsen maakt deze minder aantrekkelijk. Ze zullen dan door zeehonden worden gemeden. Omdat toename van het areaal slikkige platen niet zal optreden (Oost & Bokhorst 2002), lijkt ook hiervoor te gelden dat de inzet van een derde spuumiddel in alternatief 1 en 2 geen relevant effect zal hebben op de geschiktheid van de ligplaats.

Vertroebeling van het water door het gebruik van een derde spuumiddel kan het foerageren beïnvloeden, hoewel dieren goed in troebel water kunnen jagen. Indirect zou hierdoor echter het gedrag van de prooidieren kunnen veranderen, waardoor de zeezoogdieren hun foerageergedrag zullen moeten aanpassen. Uit Oost & Bokhorst (2002) kan worden afgeleid dat een extra spui lokaal een klein effect kan sorteren op het onderwaterlichtklimaat. In hoeverre additionele vertroebeling van het water het foerageergedrag van de dieren en het gedrag van hun prooi zal beïnvloeden is op basis van de huidige kennis niet aan te geven. Op basis van recent beschikbaar gekomen voorspellingen van de veranderingen die zullen optreden in de visfauna van de westelijke Waddenzee als gevolg van de in gebruikname van een derde spuumiddel (Wanink in Bokhorst *et al.* in *voorb.*), mogen geen duidelijke veranderingen in de beschikbaarheid van vissen in het studiegebied worden verwacht. Gelet op dit feit en gelet op de alternatieve foerageermogelijkheden in het studiegebied lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat de voedselbenutting niet wezenlijk zal worden beïnvloed.

Door veranderingen in het zoutgehalte van het water o.i.v. veranderingen in het spuien, zouden er verschuivingen kunnen optreden in de aanwezige vissoorten en hun dichtheden. Veranderingen in vissoorten zou een geringer probleem zijn, omdat zeehonden opportunistische foerageerders zijn, ondanks preferentie voor bepaalde soorten op individu niveau. Veranderingen in dichtheden, met name bentische soorten die door de zeehonden worden gegeten, zou het voedselaanbod wel beïnvloeden. Uit de rapportages van Boer *et al.* (2001b) en Wanink (in Bokhorst *et al.*, in *voorb.*) blijkt dat in de Nederlandse estuaria het voorkomen van bentische vissoorten niet gerelateerd is aan zoutgehaltes. Dit geldt voor gebieden met een zoutgehalte van 16-26‰. Door de inzet van een derde spuumiddel verandert het zoutgehalte bij alternatieven 1 en 2 (Oost & Bokhorst 2002). Vooral bij Den Oever en omgeving wordt het zouter (maar niet boven de 26‰) en ten zuiden van Harlingen wordt het zoeter. Als gevolg van een toename van de spui bij Kornwerd en een afname bij Den Oever zal het oligohaliene gebied (saliniteit lager dan 5‰) en het mesohaliene gebied (5-15‰) afnemen van 4,6 naar 0,6 km². De omvang van het polyhaliene gebied met een zoutgehalte van 16-25‰ zal dalen.

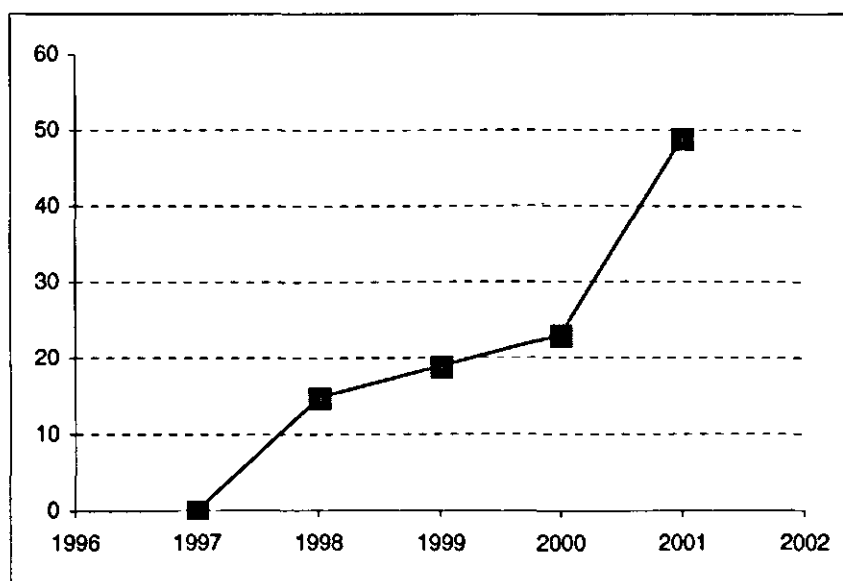


Fig. 29. Aantal in de zomer per vliegtuig getelde Gewone zeehonden in het studiegebied (bron Alterra, ongepubl.)

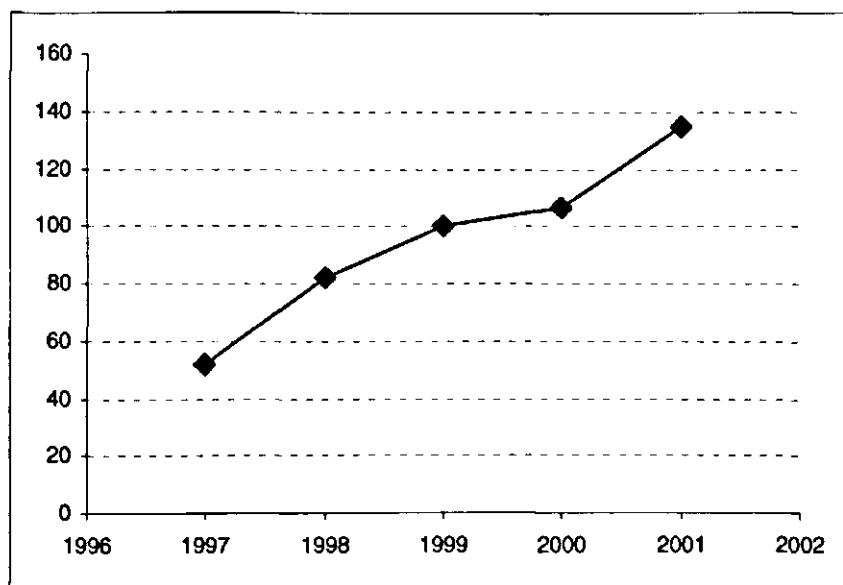


Fig. 30. Aantal in de zomer per vliegtuig getelde Grijs zeehonden in het studiegebied (bron Alterra, ongepubl.)

van 815 naar 680 km², het gebied met zoutgehaltes van 26-35‰ zal toenemen van 857 naar 996 km² (Bokhorst *et al.*, *in voorb.*). In deze laatste studie worden voor geen van de vissoorten in de westelijke Waddenzee, op basis van de kennis van in welke zoutgehaltes deze soorten voorkomen en op basis van wat bekend is van de dieetsamenstelling van deze vissoorten, effecten verwacht. Op basis hiervan schatten wij in dat genoemde verzoeting geen nadelig effect zal hebben op het voedselaanbod van de zeehonden in het studiegebied.

8.4 Conclusie

Elk van de genoemde effecten die het gevolg zijn van de inzet van het derde spumiddel lijken ieder afzonderlijk een gering of geen meetbaar effect te hebben op

de functie van het studiegebied voor beide soorten zeehonden. Het is niet mogelijk met enige accuratesse aan te geven of de hierboven genoemde combinatie van factoren zou kunnen interfereren met die functie. Op basis van ons expert judgement concluderen we dat als die effecten er al zouden zijn, ze waarschijnlijk nauwelijks zichtbaar zullen worden.

9 Ontwikkeling van vogels en zeezoogdieren in de Waddenzee

9.1 Herstel van vroegere ingrepen

Aalscholvers hebben, met name in het eerste helft van de 20^e eeuw, te maken gehad met intensieve vervolging door broodvisseren en bouseigenaren die kolonies uit hun terrein verdreven. Als gevolg hiervan is de stand in de 20^e eeuw gedurende lange tijd kunstmatig laag gebleven (Bijlsma *et al.* 2001). Door minder intensieve vervolging, zowel in Nederland als daarbuiten, heeft de populatie zich sinds het eind van de jaren '70 kunnen herstellen en hebben zich, als gevolg daarvan, ook nieuwe kolonies kunnen vestigen. In het waddengebied zijn kolonies verschenen op een kunstmatig eilandje in de Eems, op Vlieland, Texel en op Rottumeroog. Door deze ontwikkeling is de Aalscholver in de Waddenzee, ook buiten de broedtijd, in de afgelopen 20 jaren aanzienlijk toegenomen. Naar verwachting zal deze ontwikkeling nog enige tijd voortduren waarbij vestiging van een nieuwe kolonie op één van de nog niet gekoloniseerde waddeneilanden zeker tot de mogelijkheden behoort.

Eideren, meeuwen en sterns hebben in het verleden veel te lijden gehad van eierroof, bestrijding vanwege vermeende schade en jacht. Vogelbescherming stond in het begin van de 20^e eeuw nog in de kinderschoenen, de bevolking van de waddeneilanden was arm en kon extra inkomen, in de vorm van min of meer vrij beschikbare natuurlijke hulpbronnen, goed gebruiken. Voor Eiders en enkele soorten meeuwen en sterns heeft dit geleid tot onnatuurlijk lage populatiegroottes. Nadat steeds meer duin- en strandgebieden beschermd werden hebben verschillende soorten zich goed kunnen herstellen terwijl enkele andere soorten (Stormmeeuw en Kleine Mantelmeeuw) zich als nieuwkomer hebben gevestigd. De grote "drins"-vergiftiging in het eind van de jaren '60 heeft voor veel visetende vogels (waaronder ook de Lepelaar) tijdelijk tot een aanzienlijke reductie van de populatiegroottes geleid (Koeman 1971). De meeste soorten hebben zich hiervan naderhand weer geheel hersteld. Als gevolg van een verminderde beschikbaarheid van voedsel door o.a. het afdekken van vuilnisbelten en door toegenomen concurrentie met de Kleine Mantelmeeuw zijn de aantallen van de Zilvermeeuw in de afgelopen 20 jaren afgenomen. Kokmeeuwen en op vastelandskwelders broedende sterns en Kluten zijn recent plaatselijk achteruitgegaan doordat er tegenwoordig Vossen op de kwelders voorkomen die kolonies hebben uitgeroeid of doen verdwijnen. Vooralsnog is onduidelijk hoe deze vogels hierop zullen reageren. Daarmee wordt tegelijk aangegeven dat het moeilijk is om uitspraken te doen over de ontwikkeling van de aantallen van deze vogels.

De Gewone zeehond is in de jaren '70 sterk in aantal achteruit gegaan als gevolg van verontreiniging met PCB's (Reijnders 1986). Na het geleidelijk verdwijnen van de verontreinigingsbron uit de Nederlandse kustwateren heeft een snel herstel plaatsgevonden dat echter in 1998 en 2002 is doorkruist door de uitbraak van een virusziekte waardoor respectievelijk 60% en 50% van de populatie is gestorven (zie Hoofdstuk 10). Na 1998 heeft de populatie zich verrassend snel van deze achteruitgang hersteld. Inmiddels is de Waddenzee ook gekoloniseerd door de Grijze

zeehond (Reijnders *et al.* 1997) hoewel ook in dit geval sprake is van een zich opnieuw vestigen in een gebied dat al in de middeleeuwen was verlaten. Deze populatie breidt zich geleidelijk uit en zal dat, naar alle waarschijnlijkheid, ook in de komende jaren blijven doen. Er zijn aanwijzingen dat ook de **Bruinvis** geleidelijk weer wat talrijker wordt in de zuidelijke Noordzee (Camphuysen & Leopold 1993) en daarmee ook in de Waddenzee. Ook deze soort heeft waarschijnlijk ernstig te lijden gehad van ophoping van gechloreerde koolwaterstoffen in de voedselketen. Het is onwaarschijnlijk dat de **Tuimelaar**, die tot in de jaren '60 de westelijke Waddenzee bevolkte, en daar met name leefde van de restanten van een ooit florerende populatie Zuiderzeeharing (Verweij & Wolff 1981), nog weer terugkeert.

9.2 Ontwikkelingen in relatie tot externe factoren

Verreweg de belangrijkste factor die invloed heeft op de Waddenzee is de al sinds de laatste ijstijd plaatsvinden **zeespiegelrijzing**. Tussen 18.000 en 6000 jaar geleden bedroeg deze >1.0-0.6 m/jaar (Neuhaus *et al.* 2001). Volgens recente inzichten houdt deze zeespiegelstijging gelijke tred met de sedimentatie waardoor er momenteel geen duidelijke effecten aanwezig zijn maar een oordeel over deze kwestie is vooralsnog moeilijk te geven omdat op verschillende plaatsen in de Waddenzee ook nog effecten van grote waterstaatkundige werken (zoals afsluiting van de Zuiderzee en de

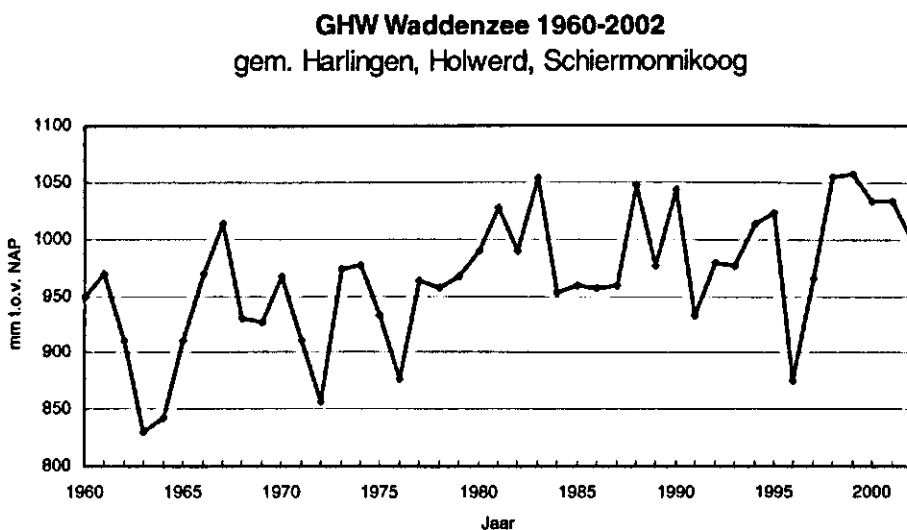


Fig. 31. Gemiddelde hoogwaterstanden (in mm ten opzichte van NAP) over de meetstations Harlingen, Holwerd en Schiermonnikoog. Uit Dijkema *et al.* 2001

Lauwerszee) aanwezig zijn. A. Oost (RIKZ, Haren in Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) geeft aan dat een voorspelling voor de periode 2003-2050 moeilijk is. Er kan sprake zijn van een volledige compensatie terwijl ook een relatieve verlaging van de hoogte van de wadplaten van 22 cm (ten opzichte van het gemiddeld zeeniveau) tot de mogelijkheden behoort, plus allerlei tussenvormen. Wanneer aanvoer van sediment in de Waddenzee geen gelijke tred houdt met zeespiegelstijging betekent dat niet alleen dat het plaatareaal zal verkleinen maar ook dat hogere delen van het wad gedurende kortere tijd zullen droogvallen. Beide aspecten kunnen ernstige consequenties hebben voor de foerageermogelijkheden van op platen foeragerende wadvogels. Een mogelijk extra zeespiegelstijging als gevolg van het broeikas effect is

in deze voorspellingen nog niet meegenomen. Gelet op het feit dat nog niet bekend is of sedimentatie de gevolgen van zeespiegelstijging kan bijhouden kunnen vooralsnog geen duidelijke uitspraken worden gedaan over de effecten van zeespiegelstijging op vogels die op wadplaten foerageren en evenmin over de effecten op sublitoraal foeragerende vogels. Om deze reden kunnen over deze kwestie, in het kader van een beoordeling van de autonome ontwikkeling in de westelijke Waddenzee, geen uitspraken worden gedaan.

Uit langjarige waarnemingen van het KNMI blijkt dat de gemiddelde **temperatuur in Nederland** en zeker de winter- en voorjaarstemperaturen in de laatste jaren aanzienlijk zijn gestegen. Daarnaast neemt de hoeveelheid neerslag toe en het aantal stormen af (Verbeek 2003). Minder strenge winters veroorzaken een hogere overleving van vorstgevoelige vogelsoorten. Dit heeft een tweeledig effect: in de eerste plaats zullen in de Waddenzee in de winter vaker hogere aantallen van deze soorten worden aangetroffen. Deze vogels hebben een hogere overleving: niet alleen zal de sterfte in de Waddenzee beperkt zijn, de vogels die niet naar het zuiden hoeven te trekken zullen een hogere overleving hebben omdat ze minder en in geringere aantallen wegtrekken naar landen waar ze een hoog risico lopen om te sneuvelen als gevolg van jacht (m.n. Frankrijk). Tegelijk zal minder vaak een sterke broedval van o.a. Kokkels plaatsvinden omdat deze broedval in sterke mate is gecorreleerd met het optreden van strenge winters. Broedval van met name het Nonnetje blijkt in sterke mate gekoppeld te zijn aan de temperatuur van het zeewater in het voorjaar (Philippart *et al.*, *in druk*). Vroegere stijging van temperaturen in het voorjaar en de daaraan gekoppelde zeewatertemperatuur leiden tot vroegere broedval. In het geval van het Nonnetje is dit nadelig omdat de groei van de larven niet meer tegelijk piekt met de opbloei van de fotosynthese, die met name door licht wordt gestuurd (Colijn & Cadée 2003) en die niet is vervroegd. Larven van Nonnetjes hebben dus minder voedsel beschikbaar terwijl ze wel een hoger predatierisico hebben doordat garnalen in een warm voorjaar vroeger de Waddenzee binnentrekken. Het Nonnetje is een soort die vooral noordelijk van Nederland voorkomt en die mogelijk als gevolg daarvan relatief gevoelig is voor hogere temperaturen. Het is nog onduidelijk of een dergelijk mechanisme ook bij andere macrobenthossoorten werkt.

De temperatuur van het Noordzeewater is gedurende de laatste 30 jaren met gemiddeld 1-1,5 graden gestegen. Deze temperatuursverhoging heeft effecten op de soortensamenstelling van vissen in de Noordzee en de Waddenzee. Zo zijn de vangsten van de Schurftvis en de Kleine pieterman in de afgelopen 10 jaren sterk toegenomen (van Duuren *et al.* 2003). Hetzelfde is het geval met de Sardien. Het zwaartepunt van het verspreidingsgebied van deze soorten ligt zuidelijk van Nederland. Het ligt voor de hand dat een verdere temperatuursstijging verdergaande ontwikkelingen van deze aard zal bevorderen. Als gevolg van de in de komende jaren te verwachten **sterkere regenval**, met name in de winter, zal meer water vanuit de IJssel op de Waddenzee geloosd dienen te worden. Hierdoor zal onvermijdelijk, ook zonder de inzet van een derde spuisluis, een zekere verzoeting van het Waddenzee-water optreden.

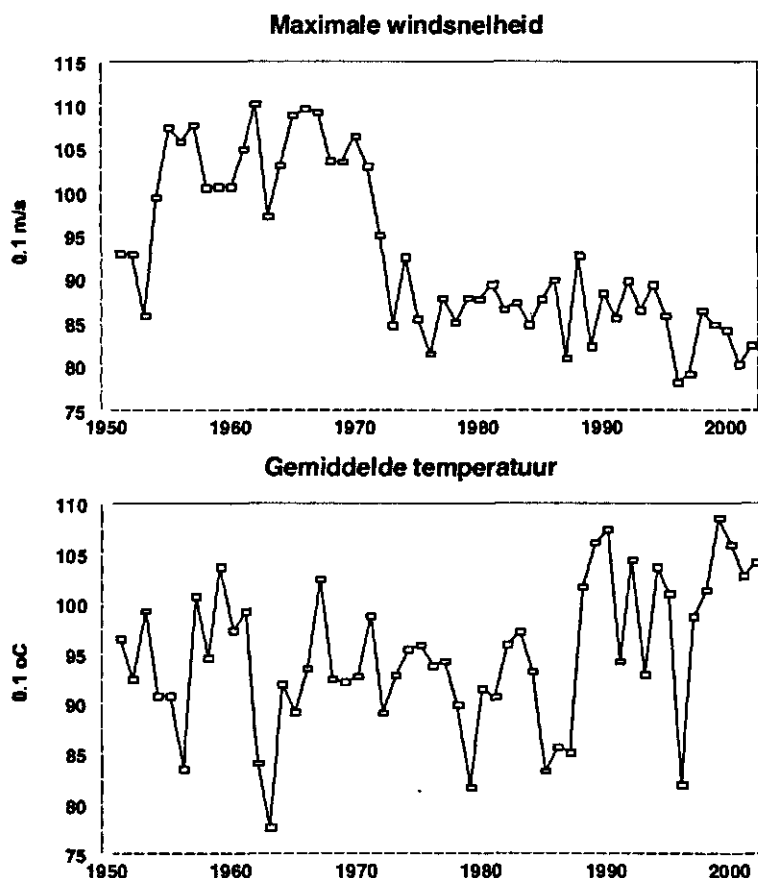


Fig. 32. Gemiddelde van de dagelijkse maximale windsnelheden en de gemiddelde temperaturen te De Kooij in de jaren 1950-2002. Op basis van registraties van het KNMI. Naar Brinkman & Smaal (in voorb.)

Tussen 1964 en 1990 is de **primaire productie** in de westelijke Waddenzee bijna verdrievoudigd, mogelijk als gevolg van een in deze periode hoge afvoer van fosfaatrijk water vanuit het IJsselmeer. In de daarop volgende jaren is deze aanvoer weer gedaald. Tussen 1990 en 2000 is ook de primaire productie in het Marsdiep weer gedaald (Cadée & Hegeman 2002). Deze primaire productie leidt in sommige gevallen tot een betere groei van bodemdieren maar de effecten zijn sterk verschillend tussen gebieden (Beukema & Cadée 1991, Beukema *et al.* 2002). Op het Balgzand zijn gebieden aanwezig waar door de hogere nutriëntenaanvoer een hogere primaire productie heeft geleid tot een hogere biomassa van macrobenthos. Het betrof vooral rustige gebieden waar voordat sprake was van een duidelijk eutrofiëring ook al hoge biomassa's bodemdieren werden aangetroffen. In hooggelegen gebieden, die door een beperkt aantal veelal opportunistische soorten worden bewoond, en in gebieden met relatief extreme leefomstandigheden, bijvoorbeeld als gevolg van sterke golfwerking of stroming, was dit niet zo (Beukema & Cadée 1997). Gemiddeld is de biomassa op het Balgzand tussen de jaren '70 en de jaren '90 toegenomen met een factor 1.7, waarbij de grootste stijging viel te noteren in de jaren '80 (Beukema *et al.* 2002). Naar verwachting zal een verder dalende primaire productie, gemiddeld over het Balgzand, uiteindelijk in een afname van de biomassa van de bodemdieren resulteren. Het is aannemelijk dat, als gevolg hiervan en overeenkomstig de ontwikkeling in de Dollard (Prop 1998), op termijn de dichtheden wadvogels op het Balgzand zullen afnemen.

Andere belangrijke factor waarover (nog) geen uitspraken mogelijk zijn is het effect van mossel- en kokkelvisserij. De effecten van beide vormen van visserij zijn in de afgelopen jaren goed in kaart gebracht. Het beleid voor de komende jaren wordt echter in belangrijke mate bepaald door de Evaluatie Schelpdiervisserij die in de late herfst van 2003 gereed moet komen (het zogenaamde EVA II project). Vooralsnog onduidelijk of het beleid zal worden aangepast en wat de effecten van een mogelijk aangepast beleid zullen zijn op de vogels die in het gebied voorkomen. Om deze reden kunnen over deze kwestie nog geen uitspraken worden gedaan.

Effecten van exoten onder de bodemfauna zijn vooralsnog moeilijk in te schatten. Hiertoe behoren de Groene zager *Marenzelleria* cf. *wireni*, de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* en de Japanse oester *Crassostrea gigas*.

- De Groene zager is een recente kolonisor die vanaf eind jaren '80 in de Dollard plaatselijk in hoge dichtheden voorkwam. Sindsdien is de soort daar weer minder talrijk geworden terwijl momenteel het Balgzand onderhevig is aan kolonisatie, waarbij de hooggelegen randen aan de zuid- en westkant van het gebied het eerst massaal zijn bevolkt. De effecten van het massaal voorkomen van deze worm op vogels nog niet geheel duidelijk. Er lijkt sprake te zijn van interspecifieke concurrentie met de Zeeduizendpoot, die van oorsprong in hoge dichtheden in de Dollard voorkwam, terwijl de totale hoeveelheid bodemfauna door de aanwezigheid van de Groene zager duidelijk toenam. Met name Schol en Bot hebben hier gedurende een deel van het jaar van kunnen profiteren (Essink 1998). In hoeverre andere diersoorten (zoals vogels) van de aanwezigheid van de Groene zager hebben kunnen profiteren is vooralsnog onduidelijk.
- De Amerikaanse zwaardschede heeft zich ontwikkeld tot een lokaal belangrijke prooidiersoort voor Scholeksters. De soort wordt met name in laaggelegen stukken wad en langs geulranden gegeten (Smit, *ongepubl. waarnemingen*). Het is niet bekend of de toename van deze soort negatieve consequenties heeft voor andere bodemdiersoorten. Om vooralsnog onduidelijke redenen sterft de soort soms massaal. Met name Zilvermeeuwen kunnen onder dergelijke omstandigheden plaatselijk zeer veel zwaardschede eten. Naar verwachting zal de uitbreiding van de soort naar het oosten verder voortgaan. Het is waarschijnlijk dat met name Scholeksters en meeuwen hiervan zullen kunnen profiteren.
- Op basis van waarnemingen in de Mokbaai (Texel), waar de centraal in de baai gelegen mosselbank in de laatste jaren geheel is gekoloniseerd door Japanse oesters, blijkt dat Scholeksters op dit substraat vrijwel geheel verdwijnen (situatie 2003). De bank wordt nog wel bezocht door Tureluurs en Wulpen, die in het slik tussen de oesters nog wormen en kreeftachtigen weten te vinden (Smit, *ongepubl. waarnemingen*). Vooralsnog is onduidelijk hoe de situatie zich verder zal ontwikkelen. Denkbaar is dat de oesters dichter naar elkaar toe groeien waardoor er voor andere organismen helemaal geen ruimte meer over is, denkbaar is ook dat er zich door lokale sterfte (bijvoorbeeld op plaatsen waar golfslag een deel van de oesters heeft weggeslagen) plaatselijk toch mogelijkheden voor andere macrobenthossoorten en vogels zullen voordoen. Ook is onduidelijk of Japanse oesters ook verder oostelijk in de Waddenzee mosselbanken zullen gaan koloniseren of dat hier hun verspreiding beperkt blijft tot alleen de randen van het gebied (zoals dijken, strekdammen). Er zijn weinig vogels die Japanse oesters eten. Vooralsnog zijn alleen waarnemingen bekend van Zilvermeeuwen die kleinere oesters van enige

hoogte op hard substraat lieten vallen om op deze wijze de schelp te breken en daarbij in 25% van de gevallen succesvol waren (Cadée 2002). Op basis van het bovenstaande is het niet goed mogelijk om een effect van een verdere uitbreiding van oesters op vogels in de Waddenzee te voorspellen.

Door RWS worden momenteel reïntroductie-experimenten uitgevoerd met **Zeegras** uitgevoerd. Aanplant heeft met name plaatsgevonden op het westelijk deel van het Balgzand en in Texelse Mokbaai. Vooralsnog is moeilijk te voorspellen welke effecten de aanplant en de mogelijk daaruit voortvloeiende herkolonisatie van Zeegras in de Waddenzee zal hebben. Wanneer er poeltjes tussen de pollen zeegras ontstaan is dit gunstig voor vogels met o.a. kleine vis, garnalen en kleine kreeftachtigen op het menu. Hiertoe behoren Lepelaars, Tureluurs, Groenpootruiters en Zwarte Ruiters.

10 Effecten op beschermde soorten en habitats

In Hoofdstuk 1 is aangegeven dat er een maatschappelijke noodzaak bestaat om over te gaan tot de bouw van een derde spuisluis in de Afsluitdijk. Inzet van een derde spuumiddel heeft effecten op de zoet-zout verdeling van het water in de Waddenzee en op organismen die daar leven. De effecten op vogels en zeezoogdieren worden in de Hoofdstukken 4-8 van dit rapport beschreven. In dit hoofdstuk wordt tevens ingegaan op de effecten op habitats en processen. Hierbij is gebruik gemaakt van modelstudies, deels op basis van door het RIKZ aangeleverde informatie over de te verwachten effecten van een veranderd spuibeheer op bodemdieren, en van best professional judgement. De resultaten van de modelstudies zijn beschreven in Hoofdstuk 5, die expert judgement beoordelingen zijn weergegeven in de Hoofdstukken 6-8. Hierbij is nadrukkelijk getracht gebruik te maken van de best beschikbare informatie die Alterra ter beschikking stond. Hierbij is gebruik gemaakt van informatie van door SOVON gecoördineerde integrale wadvogeltellingen (over aantallen vogels op hoogwatervluchtplaatsen in de westelijke Waddenzee) en van informatie die werd ingekocht van Bureau Waardenburg te Culemborg. Deze laatste informatie (over de dichtheden vogels op het open water van de westelijke Waddenzee) was recent gecompileerd in het kader van een beoordeling van de effecten van een windpark in de omgeving van de Afsluitdijk. Tevens is getracht gebruik te maken van de best beschikbare technieken voor modelvoorspellingen. De via beide wegen verkregen informatie is voorgelegd aan externe deskundigen van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), het Nederlands Instituut voor Ecologisch Onderzoek (NIEO-CEMO, Yerseke) en het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO-CSO, Yerseke) en van hun bevindingen is bij de samenstelling van dit rapport gebruik gemaakt. De gemodelleerde veranderingen en het via expert judgement verkregen oordeel over veranderingen zijn, waar mogelijk, beoordeeld met de autonome ontwikkeling van de westelijke Waddenzee als referentiekader. Er zullen immers ook zonder dat er een derde spuumiddel wordt gebouwd de nodige veranderingen in de westelijke Waddenzee optreden onder invloed van ontwikkelingen die van buitenaf worden gestuurd, b.v. klimaatsverandering, een hogere rivierafvoer, zeespiegelrijzing, aanvoer van mineralen en afgestorven organisch materiaal vanuit het IJsselmeer, de uitbreiding van de Japanse Oester en andere exoten. De effecten van het derde spuumiddel zullen worden beoordeeld voor de situatie in 2010. Voor zover mogelijk zal echter een doorkijk worden gemaakt naar de situatie in 2050. Tevens is getracht alle criteria die in de Europese regelgeving (zoals o.a. verwoord in de Interpretation Manual; European Commission 1999) en in de nationale wetgeving worden genoemd in de beoordeling te betrekken. Hierbij is zelfs getracht, vanwege het ontbreken van beoordelingscriteria in de Aanwijzingsbeschikking Vogelrichtlijn Waddenzee, enkele criteria handen en voeten te geven. Uitgangspunt in deze rapportage was het gegeven dat het derde spuumiddel zou worden gebouwd op de in Fig. 1 weergegeven locaties 1 of 2. Toen de berekeningen en de modellering die in dit rapport worden beschreven werden uitgevoerd was er nog geen keuze gemaakt tussen deze 2 locaties. In juli 2003 is gekozen voor een locatie in de “knik” van de Afsluitdijk. Dit verandert niets aan de uiteindelijke beoordeling: de verschillen die zijn gevonden zijn

klein (zie Hoofdstuk 5) en wijzen hoogstens op een kleine verschuiving van invloedsgebieden.

De bescherming van de Waddenzee heeft een traditie die terug gaat tot begin jaren '80. Eerder genoten alleen afzonderlijke gebieden op met name de waddeneilanden bescherming. Momenteel is bescherming gegarandeerd of worden beschermende maatregelen voorgesteld dankzij de aanwijzing in 1984 van het gebied in het kader van het Verdrag van Ramsar (Wetlands of International Importance), de aanwijzing als Staatsnatuurreservaat (1981) ingevolge Artikel 1 van de (oude) Natuurbeschermingswet, de totstandkoming van de "Joint Declaration on the Protection of the Wadden Sea" (1982) en de daaruit voortvloeiende Trilaterale overeenkomsten over de bescherming en het beheer van de Waddenzee tussen Denemarken, Duitsland en Nederland, de Planologische Kern Beslissing (PKB) Waddenzee (waarvan de eerste versie in 1980 van kracht werd), het Structuurschema Groene Ruimte (SGR, dat een duurzame ontwikkeling en een verantwoord ruimtegebruik van het landelijk gebied moet garanderen), via Europese regelgeving (de Vogel- en Habitatrichtlijn) en recent door middel van de Flora & Faunawet. Momenteel loopt een proces om de Europese regelgeving te implementeren in landelijke wetgeving. Deze vertaalslag is inmiddels gerealiseerd voor wat betreft de soortenbescherming (Flora- en Faunawet) maar is nog niet voltooid voor de gebiedsbescherming. Vooralsnog dient toetsing van de effecten van een ingreep plaats te vinden op basis van zowel de Vogel- als de Habitatrichtlijn en op basis van Flora- en Faunawet en Natuurbeschermingswet, waar relevant met inachtneming van de andere hierboven genoemde nota's.

In dit hoofdstuk worden de effecten van de inzet van een derde spuimiddel in de Afsluitdijk voor alle relevante soorten en habitats (die welke worden genoemd in de Europese en landelijke wet- en regelgeving) op een rij gezet en beoordeeld. Hierbij beperken we ons tot een beoordeling van effecten op de westelijke Waddenzee. Daarbuiten zijn ook gebieden aangewezen in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn. Het betreft delen van de Waddeneilanden en de Noordzeekustzone. Het is denkbaar dat een derde spuimiddel effecten heeft op de directe omgeving van het lozingspunt. Zoals in eerdere hoofdstukken in dit rapport is aangegeven kan hierbij (in theorie) gedacht worden aan veranderingen van zoutgehaltes, stromingspatronen, troebeling, een andere verdeling van de instroom van nutriënten en particulier organisch materiaal (POC) vanuit het IJsselmeer, lokale beïnvloeding van het voorkomen van bodemfaunasoorten en bodemfaunabiomassa, het ontstaan van een spuikom en veranderingen in het voorkomen van vissen, vogels en zeehonden als gevolg van abiotische veranderingen.

10.1 Vogelrichtlijn

De richtlijn verplicht lidstaten van de Europese Unie de instandhouding te garanderen van alle natuurlijk in het wild levende vogelsoorten op het grondgebied waarop het Europese verdrag van toepassing is. De Waddenzee is in 1991 in zijn geheel aangewezen als Speciale Beschermingszone in het kader van de Vogelrichtlijn (Staatscourant van 8/11/1991, Nr. J 9115397). Deze aanwijzing is gekoppeld aan een toelichting en een toelichtende nota waarin de begrenzing van de Speciale Beschermingszone zijn weergegeven (die overeenkomstig zijn met de begrenzing van

de Planologische Kernbeslissing Waddenzee 1994). Hierbij is voor de Waddenzee als doelstelling geformuleerd dat “Bestuur en beheer zijn gericht op handhaving, herstel en verdere ontwikkeling van natuurwaarden, waaronder de vogelkundige waarden, van de Waddenzee” (Bron: Toelichtende nota op de aanwijzing als Speciale Beschermingszone Waddenzee). In de Aanwijzingsbeschikking, Toelichting en Toelichtende nota worden echter geen toetsingscriteria genoemd. In de Toelichting worden verschillende voor het gebied kenmerkende habitats en min of meer terloops ook enkele voor het gebied karakteristieke vogelsoorten genoemd en wordt verwezen naar Artikel 1 van de Vogelrichtlijn. Hierin wordt gesteld dat speciale beschermingsmaatregelen dienen te worden getroffen om te garanderen dat “soorten daar waar zij nu voorkomen kunnen voortbestaan en zich kunnen voortplanten”.

Zoals hierboven al aangegeven zijn bij de aanwijzing van de Waddenzee in 1991 geen specifieke criteria genoemd die gebruikt zouden kunnen worden om een kwantitatieve inschatting te kunnen maken van de mate van “significantie” van eventueel optredende veranderingen als gevolg van een ander spuibeheer. Basis voor het opstellen van de toetsingscriteria voor recent aangewezen Vogelrichtlijngebieden, zoals gehanteerd door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, is het rapport van Van Roomen *et al.* (2000) geweest. Dit rapport biedt echter geen gegevens op basis waarvan toetsingscriteria voor de gehele Waddenzee zijn af te leiden, het rapport geeft namelijk alleen criteria voor deelgebieden van de Waddenzee. Een tweede rapport waarop kan worden teruggevalen is het rapport “Important bird areas in Europe” (Heath & Evans 2000). Dit rapport is samengesteld en opgezet om te kunnen worden gebruikt om gebieden aan te wijzen in het kader van het Ramsar verdrag of als Speciale Beschermingszone. Voor de Waddenzee (als geheel) worden gegevens gepresenteerd die zijn weergegeven in Tabel 3.

Naast de aanwijzing van de Waddenzee zelf zijn in 2000 de Noordzeekustzone, delen van de Waddeneilanden en de polder Breebaart als Speciale Beschermingszone aangewezen. Bij deze laatste aanwijzing zijn de volgende criteria gehanteerd:

- Het één van de vijf criterium: een gebied kan worden aangewezen wanneer het op basis van kwantitatieve criteria voor één of meer soorten uit Bijlage 1 van de Vogelrichtlijn bij de 5 belangrijkste gebieden van Nederland behoort. Deze Bijlage omvat 181 soorten (in de versie van 1997) waarvan er voor Nederland 44 relevant zijn
- Het 1% criterium; een gebied is geselecteerd wanneer regelmatig minstens 1% van de biogeografische populatie van een soort in het gebied aanwezig is. Deze selectie is gebaseerd op criteria die zijn ontwikkeld in het verdrag van Ramsar en is van toepassing op alle watervogels, ook op soorten die niet in Bijlage 1 worden genoemd.

Op basis van deze selectie kwalificeren de volgende vogelsoorten: Roodkeelduiker *Gavia stellata*, Parelduiker *Gavia arctica*, Topper, Eider, Zwarte Zee-eend, Zilverplevier, Kanoet, Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper en Rosse Grutto. Zoals hierboven reeds aangegeven is de Noordzeekustzone niet in onze beoordeling betrokken omdat hier geen effecten van ingebruikname van een derde spuimiddel worden verwacht.

Tabel 3: Soorten, ondersoorten en biogeografische populaties⁴, gemiddeld aanwezige aantallen en criteria op basis waarvan de gehele Waddenzee als Speciale Beschermingszone (Important Bird Area) zou moeten zijn aangewezen. Naar: Heath & Evans (2000). Er zijn alleen soorten opgenomen waarvan meer dan 1% van de biogeografische populatie in de Waddenzee aanwezig is⁵

	aantal	criteria
Aalscholver <i>Phalacrocorax carbo</i> (voor- en najaar)	2811	B1,C3
Brandgans, <i>Branta leucopsis</i> (winter)	28.491	A4,B1,C2
Rotgans, <i>Branta bernicla</i> (voor- en najaar)	56.080	A4,B1,C3
Bergeend, <i>Tadorna tadorna</i> (voor- en najaar)	45.236	A4,B1,C3
Smient, <i>Anas penelope</i> (winter)	61.350	A4,B1,C3
Wintertaling, <i>Anas crecca</i> (voor- en najaar)	4153	B1,C3
Pijlstaart, <i>Anas acuta</i> (voor- en najaar)	5384	B1,C3
Slobeend, <i>Anas chpeata</i> (voor- en najaar)	1249	B1,C3
Topper, <i>Aythya marila</i> (winter)	21.319	A4,B1,C3
Eider, <i>Somateria mollissima</i> (voor- en najaar)	79.545	A4,B1,C3
Scholekster, <i>Haematopus ostralegus</i> (voor- en najaar)	255.916	A4,B1,C3
Kluut, <i>Recurvirostra avosetta</i> (voor- en najaar)	15.557	A4,B1,C2
Zilverplevier, <i>Pluvialis squatarola</i> (voor- en najaar)	29.265	A4,B1,C3
Kanoet (Canadese populatie), <i>Calidris canutus islandica</i> (winter)	41.117	A4,B1,C3
Kanoet (Siberische populatie), <i>Calidris canutus canutus</i> (voor- en najaar)	46.732	A4,B1,C3
Bonte Strandloper, <i>Calidris alpina</i> (winter)	56.985	A4,B1,C3
Bonte Strandloper, <i>Calidris alpina</i> (najaar)	182.674	A4,B1,C3
Rosse Grutto, <i>Limosa lapponica lapponica</i> (winter)	17.045	A4,B1,C2
Rosse Grutto, <i>Limosa lapponica taimyrensis</i> (voor- en najaar)	84.388	A4,B1,C2
Wulp, <i>Numenius arquata</i> (winter)	57.693	A4,B1,C3
Wulp, <i>Numenius arquata</i> (voor- en najaar)	92.462	A4,B1,C3
Zwarte Ruiter, <i>Tringa erythropus</i> (voor- en najaar)	1914	A4,B1,C3
Tureluur, <i>Tringa totanus</i> (voor- en najaar)	12.694	A4,B1,C3
Groenpootruiter, <i>Tringa nebularia</i> (voor- en najaar)	2120	A4,B1,C3
Steenloper, <i>Arenaria interpres</i> (winter)	2341	A4,B1,C3

Criteria voor aanwijzing:

A4: the site is known or thought to hold, on a regular basis, $\geq 1\%$ of a biogeographic population of a congregation of water birds

B1: the site is known or thought to hold $\geq 1\%$ of a flyway or other distinct population of a waterbird species

C2: the site is known to regularly hold at least $\geq 1\%$ of a flyway population or of the EU population of a species threatened at the EU level (listed on Annex 1 and referred to in Article 4.1 of the EC Birds Directive)

C3: the site is known to regularly hold at least $\geq 1\%$ of a flyway population of a migratory species not considered as threatened at the EU level (as referred to in Article 4.2 of the EC Birds Directive) (not listed on Annex 1)

Naast de eerder genoemde aanwijzingen zijn deelgebieden van de Waddenzee aangewezen op basis van het voorkomen van kwalificerende aantallen van de Roerdomp *Botaurus stellaris*, Lepelaar *Platalea leucorodia*, Rietgans *Anser fabalis*, Kolgans

⁴ Een biogeografische populatie kan een soort zijn, een ondersoort of een deel van een populatie die een specifiek en van de rest van de populatie van die soort afwijkend trekgedrag heeft

⁵ Deze lijst is incompleet voor wat betreft meeuwen en sterns. Op basis van recente populatiegrootteschattingen (Delany & Scott 2002) is ook van de Stormmeeuw, Grote Mantelmeeuw, Zilvermeeuw, Kokmeeuw, Grote Stern, Visdief, Dwergstern, Zwarte Stern en waarschijnlijk ook van de Dwergmeeuw regelmatig meer dan 1% van de biogeografische populatie in de Waddenzee aanwezig

Anser albifrons, Grauwe Gans *Anser anser*, Bruine Kiekendief *Circus aeruginosus*, Blauwe Kiekendief *Circus cyaneus*, Stormmeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Grote Stern, Visdief, Noordse Stern, Dwergstern, Zwarte Stern, Velduil *Asio flammeus* en Grauwe Klauwier *Lanius collurio*. Een aantal van deze soorten komt alleen voor als broedvogel op de eilanden. Deze soorten hebben geen ecologische binding met de Waddenzee (Roerdomp, kiekendieven, Velduil, Grauwe Klauwier). Om deze reden zijn ze niet meegenomen in de uitgevoerde beoordelingen van de effecten van het derde spuumiddel. Stormmeeuw, Visdief, Noordse Stern en Dwergstern kwalificeren met name op basis van lokaal aanwezige kolonies broedvogels waardoor lokaal in de Waddenzee grotere concentraties foeragerende vogels aanwezig zullen zijn. Om deze reden zijn ze wel meegenomen in de beoordeling van de effecten hoewel ze niet zijn opgenomen in Tabel 3. De genoemde ganzen komen alleen in kwalificerende aantallen voor op de kwelders van de Dollard en worden derhalve in het kader van deze studie als niet relevant beschouwd. Daarom zijn alleen de hierboven met een vet lettertype genoemde soorten opgenomen in de lijst van soorten op basis waarvan een beoordeling naar de effecten van een derde spuumiddel wordt uitgevoerd.

10.2 Habitatrichtlijn

Het waddengebied is in 2000 aangemeld als Speciale Beschermingszone in het kader van de Habitatrichtlijn. In 2003 is een aanvulling op deze lijst verschenen en zijn voor alle aangemelde gebieden aanwijzingsbeschikkingen gepubliceerd waarin per aangemeld gebied de kwalificerende habitats en soorten zijn genoemd (www.minlnv.nl/thema/groen/natura2000). Momenteel zijn in Nederland 79 gebieden, met in totaal 10.000 km² aangemeld als SBZ (stand van zaken 7/7/2003, <http://europa.eu.int/comm/environment/nature/barometer/barometer.htm>).

Hiertoe behoren de Waddenzee, de buitendelta's van de Waddenzee die zich uitstrekken tot in de Noordzee, de Oosterschelde, Grevelingen, Haringvliet, de Voordelta en een vrij groot deel van het Nederlandse duinareaal. De Europese Commissie is recent akkoord gegaan met de Nederlandse aanmelding (Persberichten Ministerie van LNV 8/7/03). Naast habitats worden in de Habitatrichtlijn ook nadrukkelijk soorten genoemd. Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen soorten welke worden genoemd in Bijlage 2 van de richtlijn en die welke worden genoemd in Bijlage 4. In Bijlage 2 zijn soorten opgenomen die van Communautair belang zijn. Op basis van het voorkomen van deze soorten zijn de Speciale Beschermingszones aangewezen. Deze soorten dienen **binnen de SBZ** te worden beschermd (Artikel 1 Habitatrichtlijn). Tot de soorten uit Bijlage 2 die voorkomen op de Noordzee en ten dele ook in de Waddenzee behoren de Grijze zeehond, Gewone zeehond, Tuimelaar, Bruinvis, Karetschildpad *Caretta caretta* en enkele vissoorten: Fint *Alosa fallax* en Elft *Alosa alosa*. Een aantal van deze soorten komt ook terug in Bijlage 4. Soorten welke worden genoemd in Bijlage 4 van de Habitatrichtlijn dienen ook **buiten de SBZ's** nadrukkelijk te worden beschermd. Hiertoe behoren alle soorten Cetacea (kleine walvisachtigen, d.w.z. inclusief Tuimelaar en Bruinvis) en zeeschildpadden, Steur *Acipenser sturio* en Houting *Coregonus oxyrinchus*.

Effecten van de inzet van een derde spuumiddel dienen ook beoordeeld te worden op basis van de habitattypes die specifiek in de Habitatrichtlijn, meer specifiek in de "Interpretation Manual of European Union Habitats" (European Commission 1999)

en sinds kort ook in de Aanwijzingsbeschikking worden genoemd. Het betreft habitats die zijn gelegen op de waddeneilanden, habitats uit de Noordzeekustzone en uit de Waddenzee zelf. Het gaat om de volgende types, de nummering is overeenkomstig die welke is vermeld in de Interpretation Manual:

Duinen van Texel. Deze zijn het belangrijkste gebied voor:

1310, Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (*Salicornia* sp.) en andere zoutminnende planten

1330, Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)

2130, Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie (grijze duinen)

2140, Vastgelegde ontkalkte duinen Kraaihei (*Empetrum nigrum*)

2160, Duinen met Duindoorn (*Hippophaë rhamnoides*)

2170, Duinen met Kruiwilg (*Salix repens* ssp. *argentea*): Kraaihei verbond (*Empetrum nigrum*)

2190, Vochtige duinvalleien: 1) Verbond van Zwarte zegge (*Caricion nigrae*), 2)

Verbond van Stekelharig kranswier (*Charion fragilis*), 3) Verbond van Ongelijkbladig fonteinkruid (*Potamion gramineae*)

7210, Kalkhoudende moerassen met Galigaan (*Cladium mariscus*) en soorten van het Knopbies-verbond (*Caricion davallianae*)

en is tevens aangemeld voor:

2110, Embryonale wandelende duinen

2120, Wandelende duinen op strandwal met Helm (*Ammophila arenaria*, z.g. witte duinen)

en de specifiek genoemde soorten Noordse woelmuis *Microtus oeconomus* en Groenknolorchis *Liparis loeselii*

Duinen van Vlieland. Deze zijn het belangrijkste gebied voor:

2140, 2190

en is tevens aangemeld voor 2120 en voor 2130, 2160 en 2170

en de specifiek genoemde Groenknolorchis

Duinen van Terschelling. Deze zijn het belangrijkste gebied voor:

2110, 2120, 2130, 2140, 2170 (naast het reeds onder Duinen van Texel genoemde type tevens voor het Verbond van wilgenbroekstruwelen (*Salicion cinereae*), 2140, 2190 (naast de reeds onder Duinen van Texel genoemde types 1) en 3) tevens het belangrijkste gebied voor het Verbond van Waternavel en Stijve moeraswaterweegbree (*Hydrocotylo-Bedellion*)

en is tevens aangemeld voor 1310, 1330, 2160 en 2180, Beboste duinen van het Atlantische, continentale en boreale gebied

en de specifiek genoemde Groenknolorchis

Noordzeekustzone. Deze is het belangrijkste gebied voor:

1110, Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken

en de specifiek genoemde Bruinvis, Grijze zeehond en Gewone zeehond

Waddenzee. Deze is het belangrijkste gebied voor:

1110, 1310, 1330, 2110 en 2120 (alle hierboven reeds genoemd) en

1130, Estuaria

1140, Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten

en is tevens aangemeld voor de eveneens hierboven al genoemde habitat 2130 en 1320, Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*).

Een beoordeling van de effecten van een derde spuumiddel op de meest talrijke in dit gebied voorkomende soorten heeft gedeeltelijk al plaatsgevonden in de Hoofdstukken 5,6, 7 en 8. Een beoordeling van de effecten op habitats, inclusief een beoordeling van effecten op soorten die tot dusver nog niet zijn genoemd, maar die op basis van Europese regelgeving en nationale wetgeving wel beoordeeld dienen te worden, is weergegeven in Hoofdstuk 10.5.

10.3 Interpretatie van de toetsingscriteria

Volgens het aanwijzingsbesluit Speciale Beschermingszone Waddenzee is het gebied als één geheel aangewezen. In het geval van een toetsing van de effecten van een bepaalde ingreep heeft een dergelijke aanwijzing c.q. aanmelding belangrijke consequenties. In het imaginaire geval van de aanleg van een kabel onder Ameland moeten de gevolgen formeel getoetst worden aan de consequenties voor de gehele Waddenzee waarbij, bijvoorbeeld, ook de effecten op het wad oostelijk van Texel betrokken moeten worden. Het zal duidelijk zijn dat ingrepen in veel gevallen niet een effect hebben dat zich over een dergelijk groot gebied uitstrekt. Over de vraag welke schaal er dan wel getoetst dient te worden bestaat echter geen duidelijkheid: er is nog geen casus geweest die als richtsnoer gebruikt kan worden.

Bij de aanwijzing van de Speciale Beschermingszone Waddeneilanden en Noordzeekustzone, inclusief de polder Breebaart in 2000 is voor wat betreft de waddeneilanden wel een opsplitsing gemaakt in deelgebieden. Dit zal o.a. gebeurd zijn om praktische redenen. In zekere zin inspelend op het feit dat de Waddenzee als geheel een in veel gevallen niet-werkbare eenheid is, hebben van Roomen *et al.* (2000) binnen de Speciale Beschermingszone Waddenzee een 18-tal deelgebieden onderscheiden. Deze deelgebieden, waaronder Waddenzee (open water), Texel-Schorren, kust Wieringen en Balgzand, hebben echter formeel geen status. Het deelgebied Waddenzee, open water, is niet specifiek gedefinieerd (van Roomen, SOVON, *mond. med.*). Het omvat in principe het gebied dat niet vanaf de Afsluitdijk, de eilanden of de vastelandskust door vogeltellers kan worden overzien en dat wordt geteld vanaf schepen of vanuit de lucht. Voor een toetsing naar de effecten van IJsselmeerspui is een dergelijke eenheid geen praktisch zinvol deelgebied. In dit rapport is er dan ook voor gekozen om, naast een toetsing van de effecten op de hele Waddenzee (die formeel noodzakelijk is), ook een toetsing uit te voeren naar de effecten van het derde spuumiddel op het open water van de westelijke Waddenzee. Om praktische redenen (met name de beschikbaarheid van gegevens) is in het geval van een beoordeling van de effecten op sublitoraal foeragerende vogels (soorten die foerageren op het open water in de Waddenzee) in Hoofdstuk 7 gekozen voor een 6 km brede zone aan weerszijden van de Afsluitdijk, bij de beoordeling van de effecten op zeezoogdieren (Hoofdstuk 8) voor het deelgebied zuidelijk van de lijn Harlingen – Schorren van Texel. Bij de beoordeling van de effecten van op platen foeragerende vogels is gekozen voor het gebied Balgzand/Wieringen, Texel, Vlieland en Richel. Naast het feit dat deze gebieden in de directe invloedssfeer liggen van het derde spuumiddel is bij deze keuze ook rekening gehouden met de beschikbaarheid van

telgegevens en de grenzen van de telgebieden binnen de bestaande monitorprogramma's.

10.4 Nationale wetgeving en beleidsnota's

Het beleid en de bestaande regelgeving is vastgelegd in het Structuurschema Groene Ruimte (Ministerie van LNV), de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening (Ministerie van VROM) en in bestaande wetgeving. De voorstellen die in deze nota's worden gedaan zijn richtinggevend en dienen d.m.v. concreet beleid en/of aanvullende wetgeving te worden geconcretiseerd. Ze dienen echter al wel in ambtelijke procedures te worden betrokken. Het Structuurschema Groene Ruimte is richtinggevend op het terrein van de Ruimtelijke Ordening, o.a. voor beschermingsmaatregelen met betrekking tot de Ecologische Hoofdstructuur. Ingrepen of ontwikkelingen in en in de onmiddellijke nabijheid van gebieden die onder de Ecologische Hoofdstructuur vallen (zoals de Waddenzee en de Noordzee) zijn niet toegestaan indien de wezenlijke waarden en kenmerken van het gebied worden aangetast. Wij gaan er in dit rapport van uit dat de uitgevoerde beoordeling van de effecten en de toetsing van deze effecten in juridische zin (van Apeldoorn *et al.*, in *voorb.*) als een adequate invulling van deze bepalingen kan worden opgevat. Voor wat betreft de landelijke wetgeving zijn met name de Natuurbeschermingswet en de Flora- en Faunawet van belang. Met betrekking tot de Waddenzee hebben deze het volgende te melden:

10.4.1 Natuurbeschermingswet

In het kader van de Natuurbeschermingswet dient momenteel rekening te worden gehouden met de Aanwijzing van de Waddenzee als Staatsnatuurreservaat. In de aanwijzingsbeschikkingen worden geen lijsten van specifiek te beschermen soorten gepresenteerd. Wel wordt aangegeven dat belangrijke habitats en processen binnen het systeem beschermd dienen te worden en worden min of meer expliciet soorten genoemd die belangrijke indicators zijn van deze habitats en processen. In de Beschikking en Toelichting op de Aanwijzing als Staatsnatuurmonument I (Ministerie van CRM, 1981) gaat het zowel om soorten als om soortsgroepen ("plevieren, ruitersoorten, meeuwesoorten, ganzen, eendesoorten, zeesterren, krabben"). Waar mogelijk zijn deze aanduidingen herleid tot specifiek in Tabel 4 genoemde soorten. In deze tabel zijn alle 3 in de Waddenzee voorkomende ruiters opgenomen (Tureluur, Zwarte Ruiter, Groenpootruiter) en alle talrijk in de Waddenzee voorkomende soorten meeuwen. Ook opgenomen zijn de twee meest karakteristieke soorten eenden (Bergeend, Smient). In de Aanwijzingsbeschikking Staatsnatuurreservaat Waddenzee II (Ministerie van LNV, 1993) worden, naast een groter aantal soorten die voor een klein deel andere zijn dan die worden genoemd in de eerste Aanwijzingsbeschikking, tevens enkele kenmerkende processen genoemd die ongehinderd dienen voort te bestaan. Hiertoe behoren:

- geomorfologische en hydrografische processen, waaronder sedimentatie en steeds wisselende geulenpatronen
- het instandhouden van water, onderwaterbodems, wadplaten, mosselbanken, kokkelbanken en kwelders als habitats waarin zich een veelheid aan natuurlijke processen afspeelt

- de aanwezigheid van bodemfauna als voedselbron (met als karakteristieke soorten Wadpier, Kokkel, Mossel, Strandgaper *Mya arenaria*, Zager *Nereis virens*)
- de aanwezigheid van vissen als voedselbron (met als karakteristieke soorten Makreel, Haring, Geep, Sprot, Spiering, Zeeforel en zeenaaldsoorten)
- de aanwezigheid van diverse voedselketens met slib, dood organisch materiaal, bacteriën, algen (waarbij *Phaeocystis*⁶ specifiek wordt genoemd), dierlijk plankton (waaronder Copepoden en larven van Ribkwallen, Schijfkwallen, Krabben, Zeepokken, schelpdieren en vissen), bodemfauna, vissen, vogels en zeehonden
- de aanwezigheid van natuurschoon

Voor de beoordeling van de effecten van het derde spuumiddel worden zowel de soorten uit Tabel 4 als de genoemde processen besproken (zie Hoofdstuk 10.5).

Momenteel wordt gewerkt aan een wijziging van de Natuurbeschermingswet 1998. Hiermee wordt o.a. voorkomen dat in eenzelfde gebied 2 wettelijke beschermingsregimes gaan gelden, één voortvloeiend uit aanwijzing van een gebied als Vogel- en Habitatrichtlijngebied en één op basis van het feit dat hetzelfde gebied is aangewezen als beschermd natuurgebied ingevolge Artikel 10 van de Natuurbeschermingswet 1998. Tevens zullen in de nieuwe Natuurbeschermingswet bepalingen worden opgenomen waarmee het beheer van Speciale Beschermingszones wordt aangestuurd. Deze bepalingen zijn gedetailleerd uitgewerkt in Artikel 19 van de nieuwe Natuurbeschermingswet. In dit artikel is ook de procedure vastgelegd die dient te worden gevolgd wanneer plannen en ingrepen in of in de omgeving van Speciale Beschermingszones aan de orde zijn die mogelijk een negatief effect hebben op de te beschermen waarden binnen de Speciale Beschermingszones.

10.4.2 Flora- en Faunawet

Verplichtingen voortvloeiend uit de Vogel- en Habitatrichtlijn zijn recent geïmplementeerd in de Flora- en Faunawet, die geheel gericht is op soortenbescherming en op 1 april 2002 van kracht is geworden. Alle soorten die worden genoemd in Bijlagen 1 (Vogelrichtlijn) en 4 (Habitatrichtlijn) hebben inmiddels via de Flora- en Faunawet een wettelijke bescherming gekregen, doordat ze meteen zijn opgenomen in de lijsten van beschermde soorten die als bijlage bij de wet zijn gevoegd dan wel later zijn toegevoegd via een algemene maatregel van bestuur (Staatsblad 523, 2000 en Staatscourant 13 maart 2002). Tot de soorten die in de Flora- en Faunawet als beschermde soorten worden genoemd behoren ruim 100 plantensoorten, alle soorten amfibieën, reptielen en vogels en vrijwel alle soorten Nederlandse zoogdieren. Op basis van Artikel 8 van de Flora- en Faunawet is het verboden beschermde inheemse plantensoorten te plukken, verzamelen, af te snijden, uit te steken, te vernielen, te beschadigen, te ontwortelen of op enigerlei andere wijze van hun groeiplaats te verwijderen. Artikel 9 heeft een vergelijkbare bepaling voor diersoorten. Op basis van Artikel 10 is het verboden dieren, behorende tot een beschermde inheemse diersoort opzettelijk te verontrusten. Artikel 11 bepaalt dat het is verboden om nesten, holen, voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen van

⁶ We zijn ervan uitgegaan dat hier de kolonievormende alg *Phaeocystis* wordt bedoeld

beschermd inheemse diersoorten te beschadigen, vernielen, uit te halen, weg te nemen of te verstoren.

De Afsluitdijk vervult een belangrijke functie als geleideroute voor landvogels tijdens de najaarstrek (en in mindere mate tijdens de voorjaartrek). Met name wanneer trekkende vogels, zoals zangvogels, een krachtige wind tegen hebben wordt laag gevlogen en wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van landschapelementen die enige lichte verschaffen. Dit uit zich in soms grote concentraties vogels (zoals lijsterachtigen, Spreeuwen, Graspiepers, Veldleeuwen, Vinken) die in het najaar laag over de Afsluitdijk in zuidwestelijke richting vliegen. Het is zeer onwaarschijnlijk dat een derde spuisysteem hierop enig effect zal hebben.

Op basis van Artikel 75 van de Flora- en Faunawet kan onder bepaalde voorwaarden, indien geen andere bevredigende oplossingen kunnen worden gevonden en indien geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van een soort, ontheffing van deze verboden worden verleend. Een verzoek dienaangaande dient bij het Ministerie van LNV te worden ingediend.

10.5 Beoordeling van de effecten op habitats en soorten uit de Habitatrichtlijn

In Hoofdstuk 10.2 hebben we ons beperkt tot de habitattypes Duinen van Texel, Duinen van Vlieland, Duinen van Terschelling, Waddenzee en Noordzeekustzone. Met opzet zijn de Texelse Slufter, de Duinen van Ameland en Duinen van Schiermonnikoog niet in deze reeks meegenomen. Op basis van modelberekeningen van zoutgehalteveranderingen, stromingspatronen, e.d. is gebleken dat de invloedssfeer van de mogelijk optredende veranderingen zich beperkt tot de westelijke Waddenzee, inclusief de zeegaten Vlie en Marsdiep (Oost & Bokhorst 2002). Daarom zijn de effecten in de andere zeegaten en in de Noordzeekustzone als te verwaarlozen beoordeeld. Tegelijk is uit te sluiten dat er effecten zullen optreden op die delen van Waddeneilanden die niet direct door de Waddenzee worden beïnvloed. Om deze reden zijn binnendijkse habitats, inclusief de habitats binnen de buitenste duinenrij, en de soorten op basis waarvan deze gebieden als Speciale Beschermingszone zijn aangemeld, niet in de in dit rapport beschreven effectenbeoordeling betrokken. Wel zouden effecten kunnen optreden in habitats binnen de Speciale Beschermingszone Waddenzee. In de hierna volgende deelhoofdstukken zullen achtereenvolgens de door een derde spuisysteem te beïnvloeden habitats, processen en soorten de revue passeren.

10.5.1 Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken (1110)

Volgens de "Interpretation Manual" van de EU omvat dit habitatype alle permanent met zeewater bedekte "zandbanken" met een diepte van "zelden meer" dan 20 m onder Chart Datum, waarbij nog in discussie is wat hier precies onder moet worden verstaan (zie Dankers *et al.* 2003). Er is bovendien discussie mogelijk over de vraag of dit het habitatype is dat specifiek in de Interpretation Manual genoemd staat. Het

gebied noordelijk van de Afsluitdijk is namelijk vrij vlak terwijl de bodem lang niet overal uit zand bestaat. Met name tussen Den Oever en Breezand zijn delen zelfs uitgesproken slikkig te noemen, met mediane korrelgroottes kleiner dan 60 micrometer en slibgehalten tussen 10 en 50% (Rijksinstituut voor Kust en Zee & Geodan 1998). Vooralsnog gaan wij ervan uit dat het dit habitatype is dat een vrij groot deel van de westelijke Waddenzee beslaat. Als gevolg van een derde spuimiddel zal een nieuwe spui kom aan de wadzijde van de Afsluitdijk ontstaan, waarbij zou kunnen worden opgemerkt dat er in feite geen areaalverlies maar alleen verlaging van een deel van het areaal optreedt. Ondanks deze mitsen en maren is echter duidelijk dat er, door de ingebruikname van een nieuw spuimiddel, een derde spui kom ontstaat waarin sprake is van kwaliteitsverlies van de wadbodem: vlak buiten het spuimiddel zal onder rustige omstandigheden slib bezinken, waarbij zich een zuurstofloos of zuurstofarm sedimentpakket ontwikkelt dat bij de eerstvolgende periode met sterke spui weer in suspensie komt. Deze spui kom heeft een grootte van 15-20 ha (bron: RWS-RDIJ). Het totale kombergingsgebied van Marsdiep en Vlie bedraagt 1340 km² waarvan 420 km² bestaat uit droogvallende wadplaten (Zimmerman 1976). Aangezien ongeveer een derde van het sublitorale deel van de westelijke Waddenzee uit diepe geulen bestaat en twee-derde uit het habitatype "Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken" is het areaal dat verloren gaat van het genoemde habitatype 0,02-0,03%. Deze spui kom zou zich niet ontwikkelen in het geval een autonome ontwikkeling, zonder derde spuimiddel.

10.5.2 Estuaria, met *Zostera* en *Ruppia*-velden (1130)

Hoewel de Waddenzee niet de klassieke trechtervorm van een estuarium heeft komen delen van het gebied overeen met de omschrijving in de Interpretation Manual en in Janssen & Schaminée (2003). Enkele voor estuaria zeer kenmerkende processen spelen lokaal ook in de Waddenzee een dominante rol. Hiertoe behoren de aanwezigheid van getijdenstromen, de menging van zoet water en zeewater, de aanvoer en transport van sediment en de vorming van zand en slikplaten die tijdens laag water droog vallen. Hoewel er slechts op 2 plaatsen (Moksloot, Texel en de monding van de Ems) sprake is van een natuurlijke en ongehinderde zoetwateraanvoer is op veel plaatsen de invloed van zoetwater aantoonbaar. Het meest duidelijk is dit het geval in de omgeving van de Afsluitdijk en nabij Lauwersoog. Lokaal komen voor estuaria c.q. brakwaterhabitats karakteristieke plantensoorten voor, ook soorten die in de Interpretation Manual en Janssen & Schaminée (2003) specifiek voor dit habitatype worden genoemd. Met name aan de zuidrand van het Balgzand (tussen de Slikhoek en het Van Ewijkssluisschor) zijn recent grote bestanden *Spartina anglica* *Ruppia maritima* aangetroffen en op enkele plaatsen binnen hetzelfde gebied Klein zeegras *Zostera noltii* (Wintermans *et al.* 2002, van 't Veer & Otter 2002, *schrift. med.*). Recent is in het gebied tussen Den Helder en Wieringen en in de Texelse Mokbaai Groot zeegras *Zostera marina* aangeplant, als onderdeel van een herintroductieprogramma (van Duuren *et al.* 2003). De aanwezigheid van zeegras wordt door sommige auteurs nadrukkelijk gekoppeld aan tenminste lokale aanvoer van zoet water (o.a. de Jonge *et al.* 1997). Klein zeegras komt echter ook voor op vrij zoute groeiplaatsen, zoals in en langs de Fries-Groningse kwelderwerken. De aanwezigheid van *Ruppia*-soorten lijkt wel duidelijk

door brakwater-omstandigheden te worden bepaald, *R. maritima* heeft een voorkeur voor wateren met een zoutgehalte van 0.5-8‰ Cl⁻, *R. cirrhosa* komt ook in veel zoutere habitats voor (Verhoeven 1980). De consequenties van ander spui-beheer zijn vooralsnog niet exact in te schatten. Naar verwachting blijft de zuidelijke rand van het Balgzand echter dermate brak dat een derde spui-middel voor deze soort(en) geen effect zal hebben. Zonder een derde spui-middel zou, bij een ongewijzigd peil-beheer voor het IJsselmeer, langere tijd achtereen via de 2 bestaande spui-middelen gespuid dienen te worden. Dit zou een langer aanhoudende verzoeting van de omgeving van Den Oever tot gevolg hebben met tijdelijk lage zoutconcentraties. Hoewel niet goed kwantificeerbaar zal een dergelijke ontwikkeling negatieve effecten hebben voor soorten bodemdieren (en mogelijk zee-gras) die langdurig lage zoutgehaltes slecht verdragen.

10.5.3 Bij laagwater droogvallende slikwadden en zandplaten (1140)

Dit habitatype komt het meest voor op het Balgzand, in het gebied ten noorden van Wieringen, oostelijk van Texel en zuidelijk van Vlieland, zuidelijk van Terschelling en in een groot gebied rond Griend. Het habitatype is relatief schaars in de directe omgeving van de Afsluitdijk. Uit een uitvoerige studie van het RIKZ op basis van scenario-berekeningen (Oost & Bokhorst 2002) wordt de verwachting uitgesproken dat de stroomsnelheden lokaal kunnen veranderen. Er is echter geen reden om aan te nemen dat dit morfologische effecten op de wadplaten zal hebben. Wel mag worden verwacht dat lokaal meer slib in geulen zal bezinken en elders wat minder, waardoor wellicht, in het kader van baggeronderhoud, op andere plaatsen gebaggerd zal moeten worden. Vooralsnog is niet aan te geven of dit consequenties voor natuurlijke processen in de Waddenzee zal hebben. Veranderd spui-beheer heeft wel effecten op het zoutgehalte van het water in de Waddenzee en de daarmee op de leefomstandigheden van bodemdieren op de droogvallende wadplaten en in het sublitoraal en daarmee indirect op de foerageermogelijkheden van wad- en watervogels. Deze consequenties worden elders besproken (Hoofdstukken 6 en 7). De consequenties voor zeehonden, met name voor wat betreft de haul-out mogelijkheden tijdens laag water, worden besproken in Hoofdstuk 8. Ten aanzien van de autonome ontwikkeling gelden dezelfde conclusies zoals verwoord onder 10.5.2.

10.5.4 Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende planten (1310)

Deze pioniervegetaties kunnen vooral worden aangetroffen langs de gehele zuidelijke rand van het Balgzand (Wintermans *et al.* 2002), in de Mokbaai en rond de Texelse Schorren (Koppejan 2002), langs de rand van het Posthuiswad (van Gennip & Knotters 2002) en op Griend (Koppejan 2001). Op het Balgzand breidt dit habitatype zich in recente jaren nadrukkelijk uit (Otter, *mond. med.*). Mogelijk houdt deze uitbreiding verband met een geleidelijke ophoging van het zuidelijke deel van het Balgzand onder invloed van natuurlijke sedimentatieprocessen. Op basis van de studie van Oost & Bokhorst (2002) worden geen grootschalige veranderingen van circulatiepatronen van water in de westelijke Waddenzee verwacht. Tevens wordt

niet verwacht dat ander spui-beheer zal leiden tot wezenlijk andere zoutgehaltes in het gebied waarin dit habitatype voorkomt. Op basis hiervan is er geen reden om aan te nemen dat ander spui-beheer enig effect op dit habitat zal hebben. Bij een autonome ontwikkeling, zonder derde spui-middel, zullen met name in de westelijke Waddenzee vaker relatief zoete situaties ontstaan. Dit zou, bijvoorbeeld aan de randen van het Balgzand, kunnen leiden tot het gedeeltelijk verdwijnen van dit vegetatietype.

10.5.5 Schorren met slijkgrasvegetatie (1320)

Deze pioniervegetatie komt voor op de Texelse Schorren (Koppejan 2002), langs de noordrand van Wieringen, in de omgeving van de havendam, aan de rand van de kwelders op het westelijk deel van het Balgzand (Wintermans *et al.* 2002 en waarnemingen CJS), langs de rand van het Posthuiswad (van Gennip & Knotters 2002). Op basis van de studie van Oost & Bokhorst (2002) worden geen grootschalige veranderingen van circulatiepatronen van water in de westelijke Waddenzee verwacht. Tevens wordt niet verwacht dat ander spui-beheer zal leiden tot wezenlijk andere zoutgehaltes in het gebied waarin dit habitatype voorkomt. Het ligt in de bedoeling om het spui-beheer bij Den Oever zo in te richten dat met een meer constant debiet gespuid gaat worden waardoor de zoet-zout gradiënt zo stabiel mogelijk blijft. Dit zou kunnen betekenen dat lokaal en gedurende langere tijd zoute situaties kunnen ontstaan. Slijkgras is echter goed aangepast aan zoute habitats. Aangepast spui-beheer zou daarom een verbetering betekenen in vergelijking tot de huidige situatie. Bij een autonome ontwikkeling, zonder derde spui-middel, zouden met name in de westelijke Waddenzee vaker relatief zoete situaties ontstaan. Dit kan negatieve consequenties voor dit vegetatietype hebben.

10.5.6 Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (1330)

Deze pioniervegetatie komt voor op de kwelders in de Mokbaai en op de Texelse Schorren (Koppejan 2002), op het westelijk deel van het Balgzand (Wintermans *et al.* 2002) langs de rand van het Posthuiswad (van Gennip & Knotters 2002) en op Griend (Koppejan 2001). Op basis van de studie van Oost & Bokhorst (2002) worden geen grootschalige veranderingen van circulatiepatronen van water in de westelijke Waddenzee verwacht. Tevens wordt niet verwacht dat ander spui-beheer zal leiden tot wezenlijk andere zoutgehaltes in het gebied waarin dit habitatype voorkomt. Na ingebruikname van een derde spui-middel zal in periodes met grote afvoer van IJsselmeerwater minder lang gespuid worden. Kweldergras is goed aangepast aan zoute habitats. Op basis hiervan mag worden verwacht dat een ander spui-beheer een positief effect op dit habitatype zal hebben. In het geval van een autonome ontwikkeling, zonder derde spui-middel, zouden met name in de westelijke Waddenzee vaker relatief zoete situaties ontstaan. Dit zou negatieve consequenties voor kweldergrasvegetaties kunnen hebben.

10.5.7 Embryonale wandelende duinen (2110)

Dit habitatype is aanwezig op de zuidpunt van Texel (Koppejan 2002), op de Noorderhaaks (waarnemingen CJS), op de Vliehors (van Gennip & Knotters 2002) en op de Terschellingse Noordvaarder (de Vries *et al.* 1998). Op basis van de studie van Oost & Bokhorst (2002) worden geen grootschalige veranderingen van circulatiepatronen van water in de westelijke Waddenzee verwacht. Op basis hiervan is er geen reden om aan te nemen dat een derde spuumiddel enig effect op dit habitat zal hebben. Het is onwaarschijnlijk dat een autonome ontwikkeling, zonder derde spuumiddel, een ander effect op dit habitatype zal hebben.

10.5.8 Wandelende duinen op strandwal met Helm (witte duinen) (2120)

Ook dit habitatype is aanwezig op de zuidpunt van Texel (Koppejan 2002), op de Noorderhaaks (eigen waarnemingen CJS), op de Vliehors (van Gennip & Knotters 2002) en op de Terschellingse Noordvaarder (de Vries *et al.* 1998). Op basis van de studie van Oost & Bokhorst (2002) worden geen grootschalige veranderingen van circulatiepatronen van water in de westelijke Waddenzee verwacht. Op basis hiervan is er geen reden om aan te nemen dat een derde spuumiddel enig effect op dit habitat zal hebben. Het is onwaarschijnlijk dat een autonome ontwikkeling, zonder derde spuumiddel, een ander effect op dit habitatype zal hebben.

10.5.9 Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie (grijze duinen) (2130)

Dit habitatype is aanwezig op Texel en Vlieland (Janssen & Schaminée 2003) en op Terschelling (de Vries *et al.* 1998) en langs de Noord-Hollandse kust. Op basis van de studie van Oost & Bokhorst (2002) worden geen grootschalige veranderingen van circulatiepatronen van water in de westelijke Waddenzee verwacht. Op basis hiervan is het zeer onwaarschijnlijk dat een derde spuumiddel enig effect op dit habitat zal hebben. Het is onwaarschijnlijk dat een autonome ontwikkeling, zonder derde spuumiddel, een ander effect op dit habitatype zal hebben.

10.6 Processen en soorten uit de Natuurbeschermingswet

Op basis van de studie van Oost & Bokhorst (2002) worden geen grootschalige veranderingen van circulatiepatronen van water in de westelijke Waddenzee verwacht. Op basis hiervan is het zeer onwaarschijnlijk dat een derde spuumiddel enig effect op dit proces zal hebben. Het is onwaarschijnlijk dat een autonome ontwikkeling, zonder derde spuumiddel, een ander effect op dit habitatype zal hebben.

10.6.1 Het instandhouden van water, onderwaterbodems, wadplaten, mosselbanken, kokkelbanken en kwelders als habitats waarin zich een veelheid aan natuurlijke processen afspeelt

Op basis van de studie van Oost & Bokhorst (2002) worden geen grootschalige veranderingen van circulatiepatronen van water in de westelijke Waddenzee verwacht. De effecten op het voorkomen van droogvallende mossel- en kokkelbanken zijn elders besproken (zie Hoofdstuk 4 en de rapportage van Bokhorst *et al., in voorb.*). Op basis hiervan mogen geen grote veranderingen als gevolg van een derde spuumiddel worden verwacht. Mogelijk dat bij sommige soorten het verspreidingsgebied enigszins zal wijzigen. Dit zal ook het geval zijn bij een autonome ontwikkeling, zonder derde spuumiddel.

10.6.2 De aanwezigheid van bodemfauna als voedselbron (met karakteristieke soorten als Wadpier, Kokkel, Mossel, Strandgaper, Zager *Nereis virens*)

De effecten op het voorkomen van droogvallende mossel- en kokkelbanken zijn elders besproken (zie Hoofdstuk 4 en de rapportages van Bokhorst *et al., in voorb.*). De relaties met de meest talrijke op droogvallende platen foeragerende vogels zijn besproken in Hoofdstuk 6, de consequenties voor de meest talrijke sub-litoraal foeragerende vogels zijn besproken in Hoofdstuk 7. Op basis hiervan mogen geen grote veranderingen als gevolg van een derde spuumiddel worden verwacht. Mogelijk dat bij sommige soorten het verspreidingsgebied enigszins zal verschuiven. Dit zal ook het geval zijn bij een autonome ontwikkeling, zonder derde spuumiddel.

10.6.3 De aanwezigheid van vissen als voedselbron (met als karakteristieke soorten Makreel, Haring, Geep, Sprot, Spiering, Zeeforel en zeenaaldsoorten)

In een analyse van het voorkomen van vissoorten en Garnaal en zoutgehaltes in de westelijke Waddenzee (Boer *et al.* 2001b) kon geen duidelijke relatie worden gevonden. Op basis hiervan mogen geen duidelijke veranderingen als gevolg van een derde spuumiddel worden verwacht. Dit zal ook het geval zijn bij een autonome ontwikkeling, zonder derde spuumiddel.

10.6.4 De aanwezigheid van diverse voedselketens met slib, dood organisch materiaal, bacteriën, algen, dierlijk plankton (waaronder Copepoden en larven van Ribkwallen, Schijfkwallen, krabben, Zeepokken, schelpdieren en vissen), bodemfauna, vissen, vogels en zeehonden

De effecten op het voorkomen van droogvallende mossel- en kokkelbanken zijn elders besproken (zie Hoofdstuk 4 en de rapportages van Bokhorst *et al., in voorb.*). De relaties met de meest talrijke op droogvallende platen foeragerende vogels zijn besproken in Hoofdstuk 6, de effecten op de meest talrijke sub-litoraal foeragerende

vogels in Hoofdstuk 7, de effecten op zeezoogdieren in Hoofdstuk 8. Op basis hiervan mogen geen grote veranderingen als gevolg van een derde spuumiddel worden verwacht. Mogelijk dat bij sommige soorten het verspreidingsgebied enigszins zal verschuiven. Een derde spuumiddel zal geen negatief effect hebben op processen die de hier aangegeven voedselketens sturen. Dit zal ook het geval zijn in het geval van een autonome ontwikkeling, zonder derde spuumiddel.

10.6.5 De aanwezigheid van natuurschoon

Een derde spuumiddel is een nu nog niet aanwezige menselijke structuur in het landschap die beoordeeld dient te worden zoals alle andere structuren van gebouwen aan de rand van de Waddenzee. Over de inpasbaarheid kan alleen een subjectief oordeel worden uitgesproken: men vindt een dergelijke structuur mooi of niet mooi en wel of niet passend in het landschap. Een derde spuumiddel doet tot op zekere hoogte afbreuk aan het weidse, open landschap dat kenmerkend is voor de Waddenzee en dat specifiek in de aanwijzingsbeschikking NB-wet 1993 wordt genoemd als zijnde een wezenlijk kenmerk. Tijdens de bouw zullen bovendien grotere constructies, waaronder grote kranen, nodig zijn terwijl de bouw van het spuumiddel met voor de Waddenzee vreemde en onnatuurlijke geluiden en lichtschijnsels gepaard zal gaan. Ondanks de aanwezigheid van de reeds bestaande spuumiddelen in de Afsluitdijk doet de permanente aanwezigheid van een derde spuumiddel tot op zekere hoogte afbreuk aan de weidsheid van het open landschap.

10.6.6 De effecten op soorten

Het voorkomen van *Phaeocystis* in de Waddenzee lijkt niet duidelijk te worden gestuurd door zoutgehaltes. Verwijzingen hierover in de internationale literatuur werden niet gevonden. Bloei van *Phaeocystis* begint in de Noordzeekustzone en verspreidt zich van uit dit gebied over de westelijke Waddenzee. Bloei van *Phaeocystis* heeft altijd al bestaan en kwam ook al voor voordat sprake was van eutrofiëring door IJsselmeerwater (Cadée & Hegeman 2002). Wel bestaat er een verband tussen het voorkomen van deze algen en de beschikbaarheid van nutriënten (Bakker *et al.* 1994, Jacobsen *et al.* 1995, Riegman & van Boekel 1996), waarbij in de westelijke Waddenzee in de jaren '70 en '80 een langduriger bloei optrad. Vanaf eind jaren '80 is er weer sprake is van een afname van de fosfaattoevoer vanuit het IJsselmeer (Brinkman & Smaal 2003) en recent is ook sprake van een afname van de duur van *Phaeocystis*-bloei (Cadée & Hegeman 2002). Mede gelet op de autonome ontwikkeling in het gebied (IJsselmeerwater dient ergens gespuid te worden) verwachten wij niet dat de keuze van een locatie voor een derde spuumiddel de effecten op het voorkomen van *Phaeocystis* sterk zal beïnvloeden. Mogelijk heeft extra spui in de omgeving van Den Oever wat minder invloed op het waddensysteem omdat relatief nutriëntenrijk IJsselmeerwater (dat een langduriger bloei zou kunnen opwekken) sneller de Waddenzee verlaat.

Zoals reeds gememoreerd in Hoofdstuk 9.2 is vooral in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw de primaire productie in de westelijke Waddenzee verdrievoudigd, mogelijk als gevolg van een in deze periode hoge afvoer van fosfaatrijk water vanuit

het IJsselmeer. Deze toename en de daarop volgende jaren volgende daling van deze aanvoer heeft echter geen effect gehad op de aanwezigheid van **planktonische larven**. Deze is even hoog gebleven, mogelijk door aanvoer van relatief nutriëntenrijk zeewater van elders, bijvoorbeeld vanuit het Kanaal (de Jonge 1997). Hieruit blijkt dat het moeilijk is om de effecten van een extra aanvoer van nutriëntenrijk water vanuit een derde spuimiddel op de Afsluitdijk nauwkeurig te voorspellen.

Wadpieren hebben in de Westerschelde een voorkeur voor zoutere gebieden, met name die met een saliniteit tussen 20-25‰ (Ysebaert & Meire 1999). Voor de Waddenzee is geen verband aangetoond in de relatie tussen de kans op voorkomen en saliniteit (Bokhorst *et al.*, *in litt*) maar echt zoete en brakke gebieden (met een saliniteit van <18‰) ontbraken in deze analyse. Doorvertaling van saliniteitsveranderingen naar veranderingen in de verspreiding van Wadpieren laat zien dat een derde spuimiddel in de omgeving van Kornwerd een hogere kans op voorkomen oplevert rond Den Oever en een wat lagere bij Kornwerd. Modelberekeningen geven aan dat de omvang van het verspreidingsgebied waarin Wadpieren kunnen worden aangetroffen na ingebruikname van een nieuw spuimiddel echter niet zal veranderen (Ietswaart, *in litt*). Ook in het geval van een autonome ontwikkeling, zonder derde spuimiddel, mogen veranderingen in het verspreidingsgebied van Wadpieren worden verwacht.

Blijkens modelberekeningen mogen geen effecten worden verwacht van zoutgehalteveranderingen op de kans op voorkomen van **Kokkels** (Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) en evenmin op de areaalgrootte waarin deze soort voorkomt (Ietswaart *in litt*) maar deze resultaten zijn enigszins in tegenspraak met een literatuuronderzoek van Aerts (2002). Hieruit blijkt dat bij zoutgehaltes onder de 18-20‰ sterfte kan optreden, zowel bij larven als bij volwassen exemplaren. Tegelijk is gebleken dat individuele Kokkels 4-7 dagen kunnen overleven in water van 5‰ zout (Kingston in Aerts 2002). Gelet op deze gegevens moet de conclusie luiden dat Kokkels op droogvallende platen ten noorden van Wieringen en in het gebied Omdraai – Zuidoostrak (ten noorden van Kornwerderzand) gevolgen van een ander spuibeheer kunnen ondervinden maar dat een kortdurende zoetwaterbel niet meteen rampzalige gevolgen heeft. Ook in het geval van een autonome ontwikkeling, zonder derde spuimiddel, mogen zekere veranderingen in het verspreidingsgebied van Kokkels worden verwacht. Het kokkelareaal zal in de toekomst echter met name worden bepaald door de resultaten van het onderzoek naar de effecten van schelpdiervisserij in de Nederlandse kustwateren, en de restricties die mogelijk, via de politieke beoordeling van deze studie, zullen worden opgelegd aan de kokkelvisserij.

In de oudere literatuur wordt een gemiddeld zoutgehalte van 10‰ Cl⁻ als ondergrens voor het voorkomen van de **Mossel** genoemd (Wolff 1973). Bij lagere zoutgehaltes worden zowel de byssusdraad-vorming als de pompcapaciteit negatief beïnvloed. Het beleid m.b.t. schelpdiervisserij in de Waddenzee is o.a. gericht het laten terugkeren van droogvallende mosselbanken. Op basis daarvan mogen nieuwe vestigingen worden verwacht op plaatsen waar droogvallende mosselbanken vroeger ook voorkwamen. Deze waren aanwezig op het Balgzand, aan de noord- en zuidrand van de vlakte van Kerken (oostelijk van Texel), onder Vlieland en Terschelling en op het oostelijk deel van de Grienderwaard (Dijkema *et al.* 1989). Deze gebieden worden

niet beïnvloed door veranderingen als gevolg van een derde spuimiddel. Onder invloed van een autonome ontwikkeling, zonder derde spuimiddel, mag worden verwacht dat droogvallende mosselbanken zich weer blijvend in de Waddenzee zullen vestigen. Het areaal droogvallende en sublitorale mossel(zaad)banken zal in de toekomst ook worden bepaald door de resultaten van het onderzoek naar de effecten van schelpdiervisserij in de Nederlandse kustwateren, en de restricties die mogelijk, via de politieke beoordeling van deze studie, zullen worden opgelegd aan de mosselvisserij.

Het **Nonnetje** laat geen veranderingen in de grootte van het areaal waarin deze soort voorkomt zien (Ietswaart, *in litt.*). In de Westerschelde zijn Nonnetjes aanwezig in hoge dichtheden in zowel zoete, als brakke als zoute omstandigheden (Ysebaert & Meire 1999). In de Oostzee komt de soort zelfs voor bij zoutgehaltes van 1.5-2.0‰ Cl (Wolff 1973). Op basis hiervan mogen voor het Nonnetje geen effecten van een derde spuimiddel worden verwacht.

De kans op voorkomen van **Strandgapers** in de Westerschelde heeft een optimum bij 15‰ (Ysebaert & Meire 1999). Bij lage en hoge zoutgehaltes wordt de soort weinig aangetroffen. Modelberekeningen laten voor de Strandgaper zien dat de omvang van het verspreidingsgebied na ingebruikname van een nieuw spuimiddel niet zal veranderen (Ietswaart, *in litt.*).

De **Zager** is een weinig talrijke soort die relatief veel voorkomt langs de randen van mosselbanken. Sinds het verdwijnen van droogvallende mosselbanken uit de Waddenzee in het begin van de jaren '90 zal ook de Zager in aantal zijn achteruit maar kwantitatieve gegevens hierover ontbreken. De soort ontbreekt in water met een zoutgehalte van 10‰ Cl (Wolff 1973) en zal daarom ook in de huidige situatie in gebieden die sterk onder zoetwaterinvloed staan hebben ontbroken. Onder invloed van een autonome ontwikkeling mag worden verwacht dat droogvallende mosselbanken zich weer blijvend in de Waddenzee zullen vestigen. Als begeleidende soort zal waarschijnlijk ook de Zager weer meer vestigingsmogelijkheden krijgen. Tegelijk zal, onder invloed van een grotere hoeveelheid gespuid IJsselmeerwater, het verspreidingsgebied van de soort weer kleiner worden.

De modelberekeningen, m.n. die op basis van de Alterra-inventarisaties van Kokkels en kleine kreeftachtigen, laten evenmin grote veranderingen zien. Na ingebruikname van een derde spuimiddel bij Kornwerd worden voor de **Slijkgarnaal** wat gunstiger situaties verwacht in de omgeving van Den Oever en wat minder gunstige in de omgeving van Kornwerd (Loonen & Ietswaart 2002). Hoewel geringe veranderingen worden verwacht in de gebieden waar deze soort, na de inzet van een derde spuimiddel zal voorkomen, is het niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen.

In de door het RIVO uitgevoerde analyse van het voorkomen van vissoorten in relatie tot zoutgehaltes in de westelijke Waddenzee zijn geen significante correlaties tussen zoutgehaltes en het voorkomen van vissoorten gevonden (De Boer *et al.* 2001b). Op basis hiervan gaan we ervan uit dat de aanleg van een derde spuimiddel geen effecten zal hebben op de aanwezigheid en de verspreiding van **Makreel**, **Haring**, **Geep**, **Sprot**, **Spiering**, **Zeeforel**, **zeenaalden**, **Fint** en **Elft**.

10.7 Soorten uit de Vogel- en Habitatrichtlijn

De zeldzame **Karetschildpad** is alleen dwaalgast in Nederlandse wateren. De aanwezigheid wordt voornamelijk door toevallige omstandigheden bepaald. Op basis hiervan worden geen effecten van een derde spuumiddel op de verspreiding verwacht. Het is evenmin waarschijnlijk dat de aantallen hierdoor worden beïnvloed.

De foerageergebieden van de **Lepelaar** in de periode mei-september zijn gelegen op wadplaten, rond mosselbanken en langs geulranden. In de maanden februari (na aankomst in noordwest Europa) - mei wordt voornamelijk binnendijs gefoerageerd. De belangrijkste foerageergebieden bevinden zich in de omgeving van de broedkolonies. In de westelijke Waddenzee wordt gebroed in het Zwanenwater, het Kooihoekschor (Balgzand, sinds 1995), de Geul, Muy en Schorren (Texel), de Kroon's polders (Vlieland, sinds 1983) en de Boschplaat (Terschelling) (Bijlsma *et al.* 2001). Met name na de broedtijd zijn vele honderden Lepelaars op het Balgzand aanwezig (van 't Veer, Noord-Hollands Landschap, *schrijft. med.*). Het voedsel bestaat voornamelijk uit Garnalen en kleine vis (van Wetten & Wintermans 1986). Garnalen komen voor in zoute en brakke wateren (zie Hoofdstuk 6.7), terwijl ook de meeste grondels (Hoofdstuk 6.11) en de anadrome Driedoornige stekelbaars *Gasterosteus aculeatus* een vrij grote zouttolerantie aan de dag leggen. Op basis hiervan worden voor de Lepelaar geen effecten van een derde spuumiddel op de verspreiding verwacht. Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen hierdoor zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (een geleidelijke toename van de aantallen in de Waddenzee, o.a. door de groei van het aantal broedende Lepelaars op de Balgzandkwelders) wordt een verdere toename in de westelijke Waddenzee verwacht.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Aalscholver** geringe effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 7.1). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen onder invloed van een derde spuumiddel zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (een al meer dan 20 jaren voortdurende toename van de aantallen in de Waddenzee; van Roomen *et al.* 2002) wordt een verdere toename in de westelijke Waddenzee verwacht.

De foerageergebieden van de **Brandgans** zijn voornamelijk gesitueerd op kwelders en de aangrenzende binnendijkse graslanden. Het is niet waarschijnlijk dat de verspreiding van deze ganzen of de totale in het gebied aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuitmiddel zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (een gestage toename van de omvang van de biogeografische populatie; van Roomen *et al.* 2002) wordt een verdere toename van de aantallen in de westelijke Waddenzee verwacht.

De foerageergebieden van de **Rotgans** zijn voornamelijk gesitueerd op kwelders en de aangrenzende binnendijkse graslanden. In de herfst wordt op droogvallende wadplaten op Darmwier *Enteromorpha* en Zeesla *Ulva* gefoerageerd. Het is niet waarschijnlijk dat de verspreiding van de Rotganzen of de totale in het gebied

aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuismiddel zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (een afname van de omvang van de biogeografische populatie die zich in het waddengebied vooral openbaart langs de Friese noordkust; van Roomen *et al.* 2002) zouden wel effecten kunnen optreden.

Op basis van de uitgevoerde modelstudies (Hoofdstuk 5.1) worden voor de **Bergeend** geringe veranderingen verwacht in de gebieden waar deze soort, na de inzet van een derde spuismiddel zal voorkomen. Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden geen effecten verwacht (Hoofdstuk 6.1). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuisluit zullen veranderen. Het is evenmin waarschijnlijk dat onder invloed van een autonome ontwikkeling veranderingen zullen optreden in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

De foerageergebieden van de **Wintertaling** zijn voornamelijk gesitueerd langs de randen van kwelders, zowel in relatief zoete gebieden zoals de Dollard als in veel zoutere omstandigheden, en in binnendijkse wateren. Bovendien wordt lokaal op het wad gevoerageerd. In magen van in de winter op Terschelling geschoten Wintertalingen werden zaden van 33 verschillende plantensoorten aangetroffen, plus bessen, resten van grassen en kwelderplanten en Wadslakjes (de Vries 1939). Op basis hiervan het zeer onwaarschijnlijk dat de verspreiding van de deze eenden of de totale in het gebied aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuitmiddel zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (een lichte afname van de omvang van de populatie; van Roomen *et al.* 2002) behoort een verdere afname van de aantallen in de westelijke Waddenzee zeer wel tot de mogelijkheden.

De foerageergebieden van de **Smient** zijn voornamelijk gesitueerd op kwelders en in binnendijkse graslanden, met name waar deze grenzen aan open zoet water. Lokaal wordt ook op het wad gevoerageerd, voornamelijk op macroalgen zoals *Enteromorpha*. In magen van geschoten Smienten werden zaden en delen van kwelderplanten aangetroffen, naast grassen en bessen (de Vries 1939, Cadwalladr *et al.* 1972). Het is, op basis van deze voedselkeuze, zeer onwaarschijnlijk dat de verspreiding van Smienten of de totale in het gebied aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuitmiddel zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (een gestage toename van de omvang van de biogeografische populatie; van Roomen *et al.* 2002) behoort een verdere toename van de aantallen in de westelijke Waddenzee zeer wel tot de mogelijkheden.

De foerageergebieden van de **Pijlstaart** bevinden zich langs de randen van kwelders, in binnendijkse wateren en op het wad. De aantallen in de westelijke Waddenzee zijn gering, grotere concentraties zijn aanwezig op de Friese kust (de Boer *et al.* 2001a). Over de menukeuze van de Pijlstaart op het wad zijn alleen oude gegevens bekend. In magen van in de winter op Terschelling geschoten Pijlstaarten werden zaden van 33 verschillende plantensoorten aangetroffen, plus bessen, resten van grassen en kwelderplanten en Wadslakjes (de Vries 1939). Op basis hiervan (zie Hoofdstuk 7.1) is het zeer onwaarschijnlijk dat de verspreiding van Pijlstaarten of de totale in het

gebied aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuinmiddelen zullen veranderen.

De foerageergebieden van de **Slobeend** bevinden zich langs de randen van kwelders, in binnendijkse wateren en (in kleine aantallen) op het wad. Over de menukeuze van de Slobeend op het wad zijn geen gegevens bekend maar waarschijnlijk wordt een breed spectrum van kleine organismen gegeten. Op basis hiervan is het niet waarschijnlijk dat de verspreiding van Slobeenden of de totale in het gebied aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuinmiddelen zullen veranderen. Het is evenmin waarschijnlijk dat onder invloed van een autonome ontwikkeling veranderingen zullen optreden in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Topper** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 7.2). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Eider** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 7.3). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (veranderingen van de in de Waddenzee aanwezige aantallen als respons op de beschikbaarheid van geschikt voedsel) worden echter wel effecten verwacht.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Zwarte Zee-eend** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 8.4). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Brilduikers komen maar in kleine aantallen in de Waddenzee voor (van Roomen *et al.* 2002). Over de voedselkeuze in Nederlandse wateren zijn geen gegevens beschikbaar maar uit uitvoerig Deens onderzoek is bekend geworden dat een breed spectrum aan schelpdieren, kreeftachtigen, vissen en zelfs wormen en plantaardig materiaal op het menu staan. In zoute wateren (Kattegat) worden andere prooidieren gegeten dan in brakke (Limfjord, Ringkøbing Fjord) en vrij zoete (Oostzee) omstandigheden (Madsen 1954). Op basis hiervan is het niet waarschijnlijk dat de verspreiding van Brilduikers of de totale in het gebied aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuinmiddelen worden beïnvloed. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Middelste Zaagbekken komen maar in kleine aantallen in de Waddenzee voor (van Roomen *et al.* 2002). Over de voedselkeuze in Nederlandse wateren zijn geen

gegevens beschikbaar maar uit Deens onderzoek is bekend geworden dat een breed spectrum aan vissen wordt gegeten (Madsen 1957). Op basis hiervan is het niet waarschijnlijk dat de verspreiding van Brilduikers of de totale in het gebied aanwezige aantallen door de inzet van een derde spuimiddel worden beïnvloed. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Zowel op basis van de uitgevoerde modelstudies (Hoofdstuk 5.3) als op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten (Hoofdstuk 6.2) worden voor de **Scholekster** geringe veranderingen verwacht in de gebieden waar deze soort, na de inzet van een derde spuimiddel zal voorkomen. Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (veranderingen van de in de Waddenzee aanwezige aantallen als respons op de beschikbaarheid van geschikt voedsel; van Roomen *et al.* 2002) worden wel effecten verwacht.

Op basis van de uitgevoerde modelstudies (Hoofdstuk 5.3) worden voor de **Kluut** geen veranderingen verwacht in de gebieden waar deze soort, na de inzet van een derde spuimiddel zal voorkomen. Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden geringe effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.3). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Bontbekplevier** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.4). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Zilverplevier** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.5). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (een toename van de omvang van de biogeografische populatie; van Roomen *et al.* 2002) wordt een verdere toename van deze soort verwacht.

Zowel op basis van de uitgevoerde modelstudies (Hoofdstuk 6.4) als op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten (Hoofdstuk 6.6) worden voor de **Kanoet** geen veranderingen verwacht in de gebieden waar deze soort, na de inzet van een derde spuimiddel zal voorkomen. Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (veranderingen van de in de Waddenzee aanwezige aantallen als respons op de

beschikbaarheid van geschikt voedsel; van Roomen *et al.* 2002) worden wel aantalsveranderingen verwacht.

Op basis van de uitgevoerde modelstudies (Hoofdstuk 5.5) worden voor de **Bonte Strandloper** geen veranderingen verwacht in de gebieden waar deze soort, na de inzet van een derde spuimiddel zal voorkomen. Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden geringe effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.7). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Krombekstrandloper** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.8). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van de uitgevoerde modelstudies (Hoofdstuk 5.6) worden voor de **Rosse Grutto** geringe veranderingen verwacht in de gebieden waar deze soort, na de inzet van een derde spuimiddel zal voorkomen. Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden geen effecten verwacht (Hoofdstuk 6.9). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Zowel op basis van de uitgevoerde modelstudies (Hoofdstuk 5.7) als op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten (Hoofdstuk 6.10) worden voor de **Wulp** geringe veranderingen verwacht het voedselpakket van deze soort. Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Zwarte Ruiter** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.11). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van de uitgevoerde modelstudies (Hoofdstuk 5.8) worden voor de **Tureluur** geringe veranderingen verwacht in de gebieden waar deze soort, na de inzet van een derde spuimiddel zal voorkomen. Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden geen effecten verwacht (Hoofdstuk 7.12). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome

ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Groenpootruiter** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.13). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Steenloper** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.14). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Kokmeeuw** geringe effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstukken 6.15 en 7.4). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Wanneer de autonome ontwikkeling van deze soort (een toename van de omvang van de in de Waddenzee overwinterende populatie; van Roomen *et al.* 2002) zich voortzet zullen ook de aantallen in de westelijke Waddenzee verder toenemen.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Stormmeeuw** geringe effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 6.16). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort buiten de Waddenzee (een toename van de in de Delta en de zoete rijkswateren overwinterende populatie; van Roomen *et al.* 2002) behoort een toename van de aantallen in de westelijke Waddenzee tot de mogelijkheden.

Kleine Mantelmeeuwen komen maar in kleine aantallen in de Waddenzee voor (Meltotte *et al.* 1994, zie ook Hoofdstuk 6.7). Over de voedselkeuze in de Waddenzee zijn geen gegevens beschikbaar maar het voedselspectrum heeft overeenkomsten met dat van de **Zilvermeeuw** (zie Hoofdstuk 7.5). Op basis hiervan worden voor de **Kleine Mantelmeeuw** geen effecten op de verspreiding verwacht. Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Gelet op de toename van deze soort in het Noordzeekustgebied wordt ook een toename in de westelijke Waddenzee verwacht.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Zilvermeeuw** hooguit geringe effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstukken 6.17 en 7.6). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Op basis van de autonome ontwikkeling van deze soort (een geleidelijke daling van het in de Waddenzee overwinterende aantal als gevolg van een afname van de

broedvogelpopulatie; van Roomen *et al.* 2002) kunnen de aantallen in de westelijke Waddenzee mogelijk verder dalen.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Grote Stern** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 7.8). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Gelet op de langzame toename van deze soort in de Waddenzee wordt een verdere toename in de westelijke Waddenzee verwacht.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Visdief** hooguit geringe effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 7.8). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Noordse Stern** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 7.8). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Dwergstern** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 7.8). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van een beoordeling van de veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten worden voor de **Zwarte Stern** geringe effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 7.8). Het is niet waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van de verwachte afwezigheid van veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten en abiotische parameters (troebelheid, plaatareaal, aanwezigheid van haul-out plaatsen) worden voor de **Grijze zeehond** geen effecten op de verspreiding verwacht

Tabel 4. Overzicht van de soorten die worden genoemd in Europese richtlijnen en de nationale wetgeving waarbij effecten van een derde spuwmiddel verwacht mogen worden. Met "Ramstar" worden soorten aangeduid waarvan meer dan 1% van de biogeografische populatie in de Waddenzee aanwezig is en waarvoor deze, op basis daarvan, als Speciale Beschermingszone zou kunnen worden aangewezen. De afkorting AB91 staat voor soorten die worden genoemd in de toelichting op de Aanwijzingsbeschikking Vogelrichtlijn 1991, AB2000 staat voor de Aanwijzingsbeschikking Waddeneilanden, Noordzeekustzone, Breebaart. Soorten aangeduid met Bijl. 2 worden genoemd in Bijlage 2 van de Habitatrichtlijn. Tevens worden soorten weergegeven die zijn beschermd op basis van de Flora- en Faunawet (FF-wet). De onder NB-wet genoemde soorten komen voor in de Beschikking en toelichting op de Aanwijzing van de Waddenzee als Staatsnatuurservaat 1993. De Bonibekplevier, Zilverplevier, Zwarte Ruiter en Groenpootruiter zijn tussen () weergegeven omdat in de toelichting alleen gesproken wordt van resp. "plevieren" en "ruiters". Voor de NB-wet tellen deze soorten dus formeel niet mee. De beoordeling van de effecten is weergegeven met de volgende codes: o geen effect te verwachten; v verschuiving van het areaal van voorkomen; * significant effect te verwachten op de aantallen. In de betreffende kolommen wordt tevens verwezen naar de (deel)hoofdstukken in dit rapport waarin een nadere toelichting wordt gegeven. Bij de samenstelling van deze lijst is geen rekening gehouden met de inhoud van voetnoot 6 (onder Tabel 3)

	Vogel Richtlijn	Habitat Richtlijn	FF-wet	NB-wet	Effect model-studies	Effect expert judgement
Phaeocystis				+		Hs 10.6.6: o
Planktonische larven				+		Hs 10.6.2: o
Wadpier				+		Hs 10.6.2: o, Hs 10.6.6: o
Kokkel				+		Hs 6.2: v, Hs 10.6.2: v, Hs 10.6.6: v
Mossel				+		Hs 6.2: o, Hs 10.6.2: o, Hs 10.6.6: o
Nonnetje				+		Hs 6.1: o, Hs 10.6.2: o, Hs 10.6.6: o
Strandgaper				+		Hs 6.10: o, Hs 10.6.2: o, Hs 10.6.6: o
Zager				+		Hs 10.6.2: o, Hs 10.6.6: o
Slijkgarnaal				+		Hs 6.1: v, Hs 10.6.6: v
Makreel				+		Hs 10.6.6: o
Haring				+		Hs 10.6.3: o
Geep				+		Hs 10.6.3: o
Sprot				+		Hs 10.6.3: o
Spiering				+		Hs 10.6.3: o
Zeeforel				+		Hs 10.6.3: o
zeenaalden				+		Hs 10.6.3: o
Fint		Bijl. 2	+			Hs 10.6.6: o
Elft		Bijl. 2	+			Hs 10.6.6: o
Karetschildpad		Bijl. 2	+			Hs 10.6.6: o
Lepelaar	AB91, AB2000		+	+		Hs 10.7: o
Aalscholver	AB91,		+			Hs. 7.1: v

	Vogel Richtlijn	Habitat Richtlijn	FF-wet	NB-wet	Effect berekend met model-studies	Effect expert judgement
Brandgans	Ramsar AB91,		+	+		Hs 10.7: o
Rotgans	Ramsar AB91,		+	+		Hs 10.7: o
Bergeend	Ramsar AB91,		+	+	Hs. 6.1: v	Hs 6.1: o
Smient	Ramsar		+	+		Hs 10.7: o
Wintertaling	Ramsar		+			Hs 10.7: o
Pijlstaart	Ramsar		+			Hs 10.7: o
Slobeend	Ramsar		+			Hs 10.7: o
Topper	AB91,		+			Hs 7.2: o
Eider	Ramsar AB91,		+	+		Hs 7.3: o
Zwarte Zee-eend	Ramsar					
Brilduiker	AB91		+	+		Hs 7.4: o
Middelste Zaagbek	AB91		+			Hs 10.7: o
Schalekster	AB91,		+	+	Hs. 6.2: v	Hs 10.7: o Hs 6.2: v
Kluut	Ramsar AB91,		+	+	Hs. 6.3: o	Hs 6.3: v
Bontbekplevier	Ramsar AB91		+	(+)		Hs 6.4: o
Zilverplevier	AB91,		+	(+)		Hs 6.5: o
Kanoet	Ramsar AB91,		+	+	Hs. 6.4: o	Hs 6.6: o
Bonte Strandloper	Ramsar AB91,		+	+	Hs. 6.5: o	Hs 6.7: v
Krombekstrandloper	Ramsar					
Rosse Grutto	AB91,		+	+	Hs. 6.6: v	Hs 6.8: o Hs 6.9: o
Wulp	Ramsar AB91,		+	+	Hs. 6.7: v	Hs 6.10: v

	Vogel Richtlijn	Habitat Richtlijn	FF-wet	NB-wet	Effect model-studies	Effect berekend met	Effect expert judgement
Zwarte Ruiter	Ramsar AB91,		+	(+)			Hs 6.11: o
Tureluur	Ramsar AB91,		+	+	Hs. 6.8: v		Hs 6.12: o
Groenpootruiter	Ramsar AB91,		+	(+)			Hs 6.13: o
Steenloper	Ramsar		+				Hs 6.14: o
Kokmeeuw	AB91		+	+			Hs 6.15 o, Hs 8.4: o
Stormmeeuw	AB91,		+	+			Hs 6.16: v
	AB2000						
Kleine Mantelmeeuw	AB91,		+	+			Hs 10.7: o
	AB2000						
Zilvermeeuw	AB91		+	+			Hs 6.17 o, Hs 7.6: o
Grote Stern	AB91,		+	+			Hs 7.8: o
	AB2000						
Visdief	AB91,		+	+			Hs 7.8: v
	AB2000						
Noordse Stern	AB91,		+	+			Hs 7.8: v
	AB2000						
Dwergstern	AB91,		+	+			Hs 7.8: o
	AB2000						
Zwarte Stern	AB91,		+	+			Hs 7.8: v
	AB2000						
Grijze zeehond		Bijl. 2	+	+			Hs 8.3: o
Gewone zeehond		Bijl. 2	+	+			Hs 8.3: o
Tuimelaar		Bijl. 2,4	+				Hs 8.3: o
Bruinvis		Bijl. 2,4	+				Hs 8.3: o

(Hoofdstuk 8.3). Gelet op de geleidelijke toename van de soort in de westelijke Waddenzee wordt een verdere toename van de in het gebied aanwezige aantallen worden verwacht.

Op basis van de verwachte afwezigheid van veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten en abiotische parameters (troebelheid, plaatareaal, aanwezigheid van haul-out plaatsen) worden voor de **Gewone zeehond** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 8.3). Gelet op de te verwachten toename van de soort na de meest recente virusuitbraak wordt een herstel van de populatie in de westelijke Waddenzee verwacht.

Op basis van de verwachte afwezigheid van veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten en abiotische parameters worden voor de **Tuimelaar** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 8.3). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Ook op basis van een autonome ontwikkeling worden geen veranderingen verwacht in de aantallen of het verspreidingsgebied van deze soort.

Op basis van de verwachte afwezigheid van veranderingen van de beschikbaarheid van geprefereerde prooidiersoorten en abiotische parameters worden voor de **Bruinvis** geen effecten op de verspreiding verwacht (Hoofdstuk 8.3). Het is evenmin waarschijnlijk dat de totale in het gebied aanwezige aantallen zullen veranderen. Gelet op de geconstateerde lichte toename van aantallen van de soort in de Noordzee wordt een toename van de populatie in de westelijke Waddenzee verwacht.

10.8 Locatiekeuze en mogelijk optredende cumulatieve effecten

10.8.1 Alternatief spuibeheer

Bij de keuze van de locatie van het nieuwe spuimiddel houdt Rijkswaterstaat de mogelijkheid open om te kiezen voor het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA). In de Richtlijnen voor het MER wordt hieronder verstaan: “het alternatief dat de combinatie vormt van de meest milieuvriendelijke locatie, uitvoering, vormgeving en beheer van het nieuwe spuimiddel, mede in samenhang met maatregelen bij de bestaande spuicomplexen en eventuele maatregelen aldaar”. Het MMA betekent onder andere dat binnen de afspraken die zijn gemaakt over het peilbesluit IJsselmeer de huidige zoet-zoutverdeling in de Waddenzee geen vast uitgangspunt is voor de toekomst en dat wordt erkend dat de zoet-zoutgradiënt zo constant mogelijk blijft. Om dit te realiseren dient er zo constant mogelijk gespuid te worden. Uitgangspunt voor het MMA is dan ook dat wordt gekozen voor een zo constant mogelijk debiet bij Den Oever. Deze keuze zal gunstige effecten hebben voor zowel bodemdieren als voor een natuurlijke ontwikkeling van vegetaties. Meer dan nu het geval is zal een gelijkmatige overgang worden gecreëerd tussen brak en zout waarbij betere mogelijkheden ontstaan voor de ontwikkeling van gradiënten met een daaraan aangepaste brakwaterflora en -fauna. Aangezien sprake blijft van een zekere zoetwaterinvloed lijken de mogelijkheden voor de instandhouding van de

Ruppia-velden in de omgeving van de Balgzanddijk beter te worden. Hetzelfde geldt voor de *Zostera*-velden die zich hier in de zomer van 2003 hebben ontwikkeld. De keuze voor een MMA betekent dat de totale hoeveelheid water die rond 2010 in de omgeving van Den Oever zal worden gespuid gemiddeld wat zal afnemen. Dit betekent ook dat de hoeveelheid nutriënten en detritus die hier worden gespuid zullen teruglopen. Dit zou tot gevolg kunnen hebben dat de primaire productie zal dalen, wat effecten kan hebben op de biomassa van de bodemdieren die in de toekomst in het gebied aanwezig is. Een deel van het op het Balgzand aanwezige fytoplankton wordt echter aangevoerd vanuit de Noordzee. Bovendien worden ook nutriënten vanuit de Noordzee aangevoerd waardoor nog maar de vraag is er inderdaad een vermindering van de primaire productie in de omgeving van het zeegat van Den Helder zal optreden. Vooralsnog is daarom niet goed aan te geven dat minder spui bij Den Oever zal leiden tot een lagere biomassa bodemdieren en (als reactie daarop) lagere aantallen wadvogels die deze bodemdieren als voedsel gebruiken. Dankzij hogere en ook wat meer stabiele zoutgehaltes zouden in dit gebied een voor de voedselketen belangrijke soort als de Kokkel gunstiger omstandigheden worden geboden. Uit de analyse van Loonen & Ietswaart (in Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) blijkt echter het tegendeel. De kans op voorkomen van deze soort verandert niet, de dichtheden zouden in de toekomst licht dalen. Deze discrepantie is vooralsnog niet goed te verklaren.

De keerzijde van de medaille is dat er een verzoeting zal optreden in de omgeving van Kornwerderzand. Deze resulteert tot 2010 in een afname ter plaatse van draadwormen, Amerikaanse zwaardschedes, Wadslakjes, Zandzagers en Wapenwormen en een toename van *Eteone*, kleine kreeftachtigen (*Gammarus/Corophium*), Schelpkokerwormen en Nonnetjes. De gesignaleerde afname van verschillende soorten, en ook de toename, zou hier enigszins gecompenseerd kunnen worden door een toename van de hoeveelheid nutriëntenrijk water. Het overheidsbeleid is sinds de jaren '80 echter gericht op een terugdringen van de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater waardoor dit 'voordeel' geleidelijk aan belang zal verliezen. De hieruit voortvloeiende gevolgen kunnen worden gekenmerkt als een autonome ontwikkeling. Het ingezette overheidsbeleid zal onder alle omstandigheden leiden tot een vermindering van de primaire productie, inclusief de hiervoor al geschetste gevolgen voor de voedselketens. Aangezien het een terugkeer betreft naar meer natuurlijke nutriënten-niveaus is deze ontwikkeling echter toe te juichen.

10.8.2 Cumulatieve effecten

Uit overleg tussen Rijkswaterstaat en het Ministerie van LNV is naar voren gekomen dat LNV ervan uitgaat dat mogelijk optredende cumulatieve effecten van ander spuibeheer met andere in het gebied optredende veranderingen alleen beoordeeld hoeven te worden op basis van activiteiten waarvoor Rijkswaterstaat zelf een directe verantwoordelijkheid draagt. Hierbij zijn met name de effecten van baggeractiviteiten genoemd. Als onderdeel van het bevaarbaar houden van de vaarroutes bij Kornwerderzand en Den Oever wordt momenteel jaarlijks gemiddeld 230.000 m³

gebaggerd bij Kornwerderzand (toegangsgeul van de haven, buitenhaven, voorhaven van Kornwerderzand), 20.000 m³ bij Breezanddijk en 150.000 m³ bij Den Oever. Het bij Kornwerd gebaggerde materiaal wordt gestort op een locatie van 100 m bij 2,5 km langs de noordkant van de Afsluitdijk, westelijk van de spuisluisen (Anon. 1999). Als gevolg hiervan zullen de bodemorganismen die zich hier hebben gevestigd wanneer er gebaggerd en gestort wordt worden bedolven onder een laag specie. Met name schelpdieren, met een relatief geringe mobiliteit, kunnen hiervan het slachtoffer worden en een deel zal een dergelijke ingreep niet overleven. Onder andere daarom wordt door Rijkswaterstaat, in overleg met het Ministerie van LNV, gezocht naar alternatieve dumpingslocaties. Gelet op het feit dat de vloedstroom krachtiger is dan de ebstroom mag worden verwacht dat een dumpingslocatie westelijk van Kornwerd tot gevolg zal hebben dat een deel van de gedumpte specie vroeger of later toch weer voor de haven van Kornwerd verschijnt en opnieuw weggebaggerd dient te worden. Dit probleem speelt ook wanneer in de Doove Balg zou worden gestort. Bij locaties oostelijk van Kornwerd speelt dit probleem minder. Uit efficiëntieoverwegingen (en de milieueffecten die daaraan zijn gekoppeld) zou het daarom de voorkeur verdienen om oostelijk of noordelijk van Kornwerd te gaan dumpen, bij voorkeur in een geul en op een zodanige wijze dat de gedumpte specie vervolgens door de vloedstroom (wanneer wordt gedacht aan een locatie in de omgeving van de Boontjes of het Verversgat) of met de ebstroom (wanneer wordt gedacht aan een locatie in het Zuidoostrak) wordt meegevoerd. Hierdoor wordt het gedumpte materiaal over een groot gebied verspreid, worden bodemdieren in veel mindere mate onder een laag sediment bedolven, terwijl de specie minder snel weer in de omgeving van Kornwerd zal bezinken.

Er zijn geen redenen om aan te nemen dat de bestaande en toekomstige baggeractiviteiten een cumulatief effect zullen hebben op veranderingen die optreden als gevolg van de inzet van een derde spuimiddel.

10.8.3 Vispassage

Rijkswaterstaat is voornemens om de intrek van anadrome vis via het nieuw te bouwen spuimiddel te bevorderen. Daartoe zal een vispassage worden gebouwd waarvan de instroomopening zich bevindt in het buitendijkse spuibekken (Zuurveld 2002). Hierbij wordt getracht gebruik te maken van de aantrekkelijke werking van gespuid IJsselmeerwater. Het is de bedoeling om vis die zich, nadat de spuisluis is gesloten, heeft verzameld in de spuisluis dankzij de aanwezigheid van een permanente lokstroom van zoet water via een tweetal buizen, die door het nieuwe spuimiddel lopen, door te sluisen naar het IJsselmeer. In periodes waarin niet wordt gespuid zal deze lokstroom zeer gering zijn en nauwelijks bijdragen aan de estuariene eigenschappen die normaliter uitgaan van het in gebruik zijnde spuimiddel. In zijn algemeenheid dient de bouw van een dergelijke passage echter als zeer positief te worden beoordeeld: een dergelijke vispassage verhoogt de biodiversiteit en de natuurlijkheid, zowel in de Waddenzee als in het IJsselmeer.

10.8.4 Een doorkijk naar 2050

Op basis van analyses van Loonen (in Bokhorst *et al.*, *in voorb.*) blijkt dat het gemodelleerde procentuele voorkomen en de te verwachten dichtheden van bodemfauna in de westelijke Waddenzee in 2050 in situaties met en zonder nieuw spuumiddel sterk van elkaar verschillen. Deze verschillen zijn klein voor waar het de kans op voorkomen betreft, maar soms groot wanneer het gaat om een vergelijking van de gemodelleerde dichtheden. Dat betekent dat het areaal van de verschillende soorten niet sterk zal veranderen maar de absolute aantallen wel. Er zijn afnames te verwachten bij met name de Mossel en in mindere mate bij *Marenzelleria*, *Eteone longa*, Strandgaper en Kokkel. Toenames worden gesignaleerd bij met name het Wadslakje en de Schelpkokerworm en in mindere mate bij draadwormen, Wadpier, Zeeduizendpoot, Zandzager, Wapenworm en Nonnetje. In het geval van de Mossel is de afname in de situatie met een nieuw spuumiddel groter dan de situatie zonder extra spuumiddel. In het geval van *Eteone* en de Strandgaper is het precies andersom. Van de soorten die met een extra spuumiddel toenemen zouden de meeste soorten vrij sterk achteruitgaan wanneer geen extra spuumiddel zou worden gebouwd. De gegeneraliseerde conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat de voedselsituatie in 2050 ongunstiger wordt voor schelpdiereters en gunstiger voor wormeneters. Zonder derde spuumiddel zou de situatie voor met name wormeneters duidelijk ongunstiger zijn. Het zal duidelijk zijn dat de genoemde verschillen aanzienlijk groter zijn dan berekend voor de situatie in 2010. Hierbij dient opgemerkt dat in de toegepaste modellering niet is gecompenseerd voor een zeespiegelstijging van 22 cm in de periode 2010-2050. De gevolgen voor op wadplaten foeragerende vogels zijn derhalve nog groter en in alle gevallen ongunstiger: niet alleen neemt een deel van de prooien af, ook de bereikbaarheid van een deel van de prooien zal verminderen.

In de door Loonen gemaakte voorspelling hebben de gevolgen van veranderingen van zoutgehaltes en de mogelijkheid dat wadplaten de voorspelde zeespiegelstijging niet kunnen bijhouden (en dus lager ten opzichte van het gemiddeld zeeniveau komen te liggen) sterk de nadruk gekregen. Daarnaast spelen echter nog de effecten van de geconstateerde opwarming van de aarde, de afname van de maximale windsnelheid, de mogelijk sterke effecten die het gevolg zijn van de afname van de nutriëntenbelasting van het via de Rijn aangevoerde zoete water en van de ontwikkeling van enkele exotische soorten (zie Hoofdstuk 9). Daarnaast is onduidelijk hoe het toekomstig overheidsbeleid ten aanzien van, bijvoorbeeld, de schelpdiervisserij eruit zal gaan zien. De beslissingen die ten aanzien van de mossel- en kokkelvisserij zullen worden genomen bepalen voor een deel hoeveel en welk type voedsel voor schelpdieretende vogels in het gebied rond de Afsluitdijk beschikbaar zal zijn. Vooralsnog is, zeker op langere termijn, niet goed aan te geven welke veranderingen uiteindelijk de grootste effecten op het ecosysteem van de westelijke Waddenzee zullen hebben. Gelet op de vele snelle veranderingen die momenteel optreden (zoals de explosieve uitbreiding van de Japanse oester in de westelijke Waddenzee) lijkt het waarschijnlijk dat andere ontwikkelingen dan de inzet van een derde spuumiddel in de Afsluitdijk een veel nadrukkelijker stempel zullen drukken op hoe de Waddenzee er in 2050 zal uitzien.

10.9 Conclusie

In deze studie is gebruik gemaakt van verschillende technieken en de best beschikbare informatie op het gebied van sediment, de verspreiding van de bodemfauna, de dichtheden vogels op het droogvallende wad en op open water en van de aanwezigheid van zeezoogdieren. Er is zowel gebruik gemaakt van een modelmatige benadering als van een expert judgement benadering, deze laatste ook weer op basis van de best beschikbare informatie. In deze studie zijn 2 modelmatige benaderingen toegepast. De eerste, die gebruik maakte van een gegevensbestand uit “zoute” gebieden in de westelijke Waddenzee, heeft geen bruikbare resultaten opgeleverd. De tweede, die uitging van een benadering met de parameter “zout” en waarin voor een aantal soorten werd gewerkt met veranderingen op basis van de bodemfauna, leverde voor 5 soorten bruikbare verspreidingspatronen en kwantitatieve schattingen van de aantalsveranderingen op. Momenteel wordt op Alterra Texel gewerkt aan een analyse van wat er goed en fout ging in deze modelmatige benadering. Hierover zal in een afzonderlijke publicatie worden gerapporteerd.

Uit Hoofdstuk 5 blijkt dat er nog het één en ander te verbeteren is aan het biologische materiaal dat ten grondslag ligt aan de modellering van het verspreidingsbeeld en voor het berekenen van de aantalsveranderingen onder invloed van veranderingen in zoutgehaltes van het water in de Waddenzee. Daarom zouden de resultaten van de expert judgement benadering, waarin de effecten van veranderingen van het zoutgehalte op bodemdieren is meegenomen, relatief zwaar in de uiteindelijke beoordeling van de effecten van een derde spuimiddel dienen mee te wegen. Aangezien op basis van deze benadering weinig sterke effecten op bodemdieren verwacht worden zullen ook de effecten op plaatfoeragerende vogels als nihil of gering dienen te worden aangemerkt. De effecten op watervogels en zeezoogdieren worden ook als klein of niet-bestaand beoordeeld. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de effecten van het inzetten van een derde spuimiddel (zeer) klein zijn en, voor wat organismen van hogere trofische niveau's betreft, bestaan uit een verplaatsing van individuele organismen als respons op een andere verdeling van voedsel. Afgezien van verdieping en kwaliteitsverlies van 15-20 ha sublitorale wadbodem worden geen habitats significant aangetast. Deze veranderingen zijn aanzienlijk geringer dan de veranderingen die, op basis van een autonome ontwikkeling, in het gebied worden verwacht in de periode 2003-2050.

Literatuur

- Aerts, L.A.M., 2002. Zouttolerantie bij mosselen en kokkels. Literatuurstudie uitgevoerd in het kader van de effectenstudie [ES]2-Afsluitdijk. Rapport Haskoning Nederland 26814/R0002/THIE/Gron, Arnhem: 38 p. & appendix.
- Anon., 1999. Integrale analyse van een stortlocatie nabij Kornwerderzand. Rapport RIKZ 99.033.
- Apeldoorn, R. van, H.M.P. Cappelle & F.H. Kistenkas, in voorbereiding. Extra spuilocatie Afsluitdijk. Ecologische effecten en de wet- en regelgeving. Alterra rapport, Wageningen.
- Bakker, C, P.M.J. Herman & M. Vink, 1994. A new trend in the development of the phytoplankton in the Oosterschelde (SW Netherlands) during and after the construction of a storm-surge barrier. *Hydrobiologia* 282-283: 79-100.
- Berrevoets C.M., H.J. Baptist & R. Witte, 2000. Analyse Eidereenden Waddenzee/-Waddenkust/Hollandse kust. Werkdocument RIKZ/IT/2000.841, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- Berrevoets, C.M., R.H.J. Witte & F.A. Arts, 2001. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en Nederlandse kustwateren, januari 2001. Werkdocument RIKZ/IT/2001.814x, Middelburg, Culemborg: 19 p.
- Berrevoets, C.M. & F.A. Arts, 2003. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en Nederlandse kustwateren, januari 2003. Rapport RIKZ 2003.008, Middelburg / Delta Project Management, Culemborg: 19 p.
- Beukema, J.J. & G.C. Cadée, 1991. Growth rates of the bivalve *Macoma balthica* in the Wadden Sea (Netherlands) during a period of eutrophication: Relationships with concentrations of pelagic diatoms and flagellates. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 68: 249-256.
- Beukema, J.J. & G.C. Cadée, 1997. Local differences in macrozoobenthic response to enhanced food supply caused by mild eutrophication in a Wadden Sea area: Food is only locally a limiting factor. *Limnology and Oceanography* 42: 1424-1435.
- Beukema J.J., G.C. Cadée & R. Dekker, 2002. Zoobenthic biomass limited by phytoplankton abundance: Evidence from parallel changes in two long-term data series in the Wadden Sea. *J. Sea Res.* 48: 111-125.
- Bijlsma, R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen, 2001. Avifauna van Nederland, deel 2. Algemene en schaarse vogels van Nederland. GMB Uitgeverij/KNNV uitgeverij, Haarlem/Utrecht: 496 p.

Boer, P. de, B.J. Koks, M.W.J. van Roomen & E.A.J. van Winden, 2001a. Watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1997/98 en 1998/99. SOVON-monitoringrapport 2001/04. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen: 50 p.

Boer, W.F. de, H.C. Welleman & W. Dekker 2001b. De relatie tussen het voorkomen van vissoorten en garnaal in de Demersal Fish Survey in relatie tot het zoutgehalte en andere habitatvariabelen in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. RIVO-rapport C052/01: 54 pp.

Boere, G.C. & C.J. Smit, 1981. Redshank (*Tringa totanus* L.). In: C.J. Smit & W.J. Wolff (eds.) *Birds of the Wadden Sea*: 195-206. Balkema, Rotterdam.

Bokhorst, M., M.J.J.E. Loonen, T. Ietswaart, T. Bult & J. Wanink, in voorber. Effecten van een nieuwe spuisluis in de Afsluitdijk op de ecologie van de Waddenzee. RIKZ rapport, Haren.

Brasseur, S.M.J.M. & P.J.H. Reijnders 1997. *The Harbour Seal in the Netherlands*. Rijksinstituut voor Kust en Zee: 40 p.

Brasseur, S.M.J.M., J. Creuwels, B. van de Werf & P.J.H. Reijnders 1996. Deprivation indicates necessity for haul-out in harbour seals. *Mar. Mamm. Sci.* 12: 619-624.

Brinkman, A.G. & A.C. Smaal, 2003. *Draagkracht van de Waddenzee: synthese van onderzoeken naar de invloed van natuurlijke processen en menselijk handelen op de schelpdierbestanden en groeimogelijkheden van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee*. Alterra rapport, Wageningen (in druk).

Bult, T.P. & J.J. Kesteloo, 2002. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2002. RIVO rapport C038/02, IJmuiden/Yerseke: 44 p.

Bult, T., M.J.J.E. Loonen & T. Ietswaart, 2003. *Habitatmodellen voor schelpdieren in de westelijke Waddenzee*. Ongepubl. rapport RIVO-CSE, Yerseke, RIKZ Haren: 13 p & bijlagen.

Cadée, G.C. & J. Hegeman, 2002. Phytoplankton in the Marsdiep at the end of the 20th century; 30 years monitoring biomass, primary production, and *Phaeocystis* blooms. *J. Sea Res.* 48: 97-110.

Cadée G.C., 2001. Herring gulls learn to feed on a recent invader in the Dutch Wadden Sea, the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Basteria* 65: 33-42.

Cadwalladr, D.A., M. Owen, J.V. Morley & R.S. Cook, 1972. Wigeon (*Anas penelope* L.) conservation and salting pasture management at Bridgwater Bay National reserve, Somerset. *J. Appl. Ecol.* 9: 417-425.

Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold, 1993. The Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* in the southern North Sea, particularly the Dutch sector. *Lutra* 36: 1-24.

Camphuysen, C.J., C.M. Berrevoets, H.J.W.M. Cremers, A. Dekinga, R. Dekker, B.J. Ens, T.M. van der Have, R.K.H. Kats, T. Kuiken, M.F. Leopold, J. van der Meer & T. Piersma 2002. Mass mortality of common eiders (*Somateria mollissima*) in the Dutch Wadden Sea, winter 1999/2000: starvation in a commercially exploited wetland of international importance. *Biol. Cons.* 106: 303-317.

Dankers, N.M.J.A. & J.F. de Veen, 1978. Variations in relative abundance in a number of fish species in the Wadden Sea and North Sea coastal areas. In: N. Dankers, W.J. Wolff & J.J. Zijlstra (eds.), *Fish and fisheries of the Wadden Sea*; 77-105. Balkema, Rotterdam.

Dankers, N.M.J.A., M.F. Leopold & C.J. Smit, 2003. Vogel- en habitatrichtlijn in de Noordzee. Alterra rapport 695, Wageningen: 81 p.

Delany, S. & D.A. Scott, 2002. Waterbird population estimates - Third edition. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen: 226 p.

Dijkema, K., A. Nicolai, J. de Vlas, C. Smit, H. Jongerius & H. Nauta, 2001. Van landaanwinning naar kwelderwerken. Rijkswaterstaat, Dir. Noord-Nederland, Leeuwarden/ Alterra, Texel: 68 p.

Dijkema, K.S., G. van Tienen & J.G. van Beek, 1989. Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea 1:100.000. RIN Texel/ Veth Foundation, Leiden: 24 habitat maps.

Dobson, A.J., 1990. An introduction to Generalized Linear Models (2nd Edition). Chapman & Hall, London.

Duuren, L. van, G.J. Eggink, J. Kalkhoven, J. Notenboom, A.J. van Strien & R. Wortelboer (red.), 2003. Natuurcompendium 2003. Milieu en Natuurplanbureau, Centraal Bureau voor de Statistiek, Stichting DLO: 494 p.

Ens B.J., F.H.M. Borgsteede, C.J. Camphuysen G.M. Dorrestein, R.K.H. Kats & M.F. Leopold, 2002. Eidereendensterfte in de winter 2001/2002. Alterra Rapport 521, Wageningen: 113 p.

Esselink, P., 1999. De functie van het Balgzand als hoogwatervluchtplaats voor wadvogels. II. Aantallen vogels en hun verspreiding tijdens hoogwater, 1999. Rapport Koeman & Bijkerk 99-02, Haren: 79 p.

Esselink, P. & J. van Belkum, 1986. De verspreiding van de Zeeduizendpoot *Nereis diversicolor* en de Kluut *Recurvirostra avosetta* in de Dollard in relatie tot verminderde afvalwaterlozing. Rapport GWAO-86.155, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren: 50 p.

Essink, K., 1998. Het effect van de sanering van de lozingen van veenkoloniaal afvalwater op de bodemfauna van de Dollard. In: K. Essink & P. Esselink (eds.), *Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek*. Rapport RIKZ-98.020, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren: p. 101-127.

European Commission, 1999. Interpretation Manual of European Union Habitats. Version 15/2. European Commission (DG Environment), Brussel: 121 p.

Gennip, G. van & A.G. Knotters, 2002. Toelichting bij de vegetatiekartering Kroon's Polders en Westerveld 1999. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:5000. Rapport Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, MD-GAE-2002.35, 's Gravenhage: 72 & bijlagen.

Heath, M.F. & M.I. Evans (eds.), 2000. Important Bird Areas in Europe: priority sites for conservation. BirdLife Conservation Series No. 8, Vol 1, Northern Europe. BirdLife International, Cambridge: 866 p.

Jacobsen, A., J.K. Egge & B.R. Heimdal, 1995. Effects of increased concentration of nitrate and phosphate during a springbloom experiment in mesocosm. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 187: 239-251.

Janssen, J.A.M. & J.H.J. Schaminée, 2003. Europese Natuur in Nederland. Habitattypen. KNNV Uitgeverij, Utrecht: 120 p.

Jonge, V.N. de, 1997. High remaining productivity in the Dutch western Wadden Sea despite decreasing nutrient inputs from riverine sources. Mar. Poll. Bull. 34: 427-436.

Jonge, V.N. de & H. Postma, 1974. Phosphorus compounds in the Dutch Wadden Sea. Neth. J. Sea Research 8: 139-153.

Jonge, V.N. de, J. van de Bergs & D.J. de Jong, 1997. Zeegras in de Waddenzee, een toekomstperspectief. Beheersaanbevelingen voor het herstel van Groot en Klein zeegras (*Zostera marina* L. en *Zostera noltii* Hornem.). Rapport RIKZ 97.016, Haren: 37 p.

Koeman, J.H., 1971. Het voorkomen en de toxicologische betekenis van enkele chloorkoolwaterstoffen aan de nederlandse kust in de periode van 1965 tot 1970. Dissertatie Universiteit Utrecht, 136 p.

Koppejan, H., 2001. Toelichting bij de vegetatiekartering Griend 1999. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:5000. Rapport Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, MD-GAE-2001-07, 's Gravenhage: 49 & bijlagen.

Koppejan, H., 2002. Toelichting bij de vegetatiekartering Kwelders Texel 1999. De Hors, Mokbaai/De Mok, De Schorren en Schor bij de Cocksdorp. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:5000. Rapport Rijkswaterstaat, Meetkundige Dienst, MD-GAE-2001-30, 's Gravenhage: 54 & bijlagen.

Leopold, M.F., 2003. Opnieuw grote aantallen ruiende bergeenden in de Waddenzee gevonden. Nieuwsbrief NZG 5-1: 2-3.

Leopold, M.F., C.J.G. van Damme & H.W. van der Veer, 1998. Diet of cormorants and the impact of cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *J. Sea Res.* 40: 93-107.

Loonen, M.J.J.E. & T. Ietswaart 2002. Effecten van zoet water op de bodemfauna van de Waddenzee. [ES]2, deelproject E4, rapport van de eerste fase. Concept rapport RIKZ, Haren: 36 p.

McCullagh, P. & J.A. Nelder, 1989. *Generalized Linear Models* (2nd edition). Chapman & Hall, London.

Madsen, F.J., 1954. On the food habits of diving ducks in Denmark. *Dan. Rev. Game Biol.* 2: 157-266.

Meltofte, H., J. Blew, J. Frikke, H.-U. Rösner & C.J. Smit, 1994. Numbers and distribution of waterbirds in the Wadden Sea. IWRB Spec. Publ. 34/ Wader Study Group Bull. 74, Special Issue: 192 p.

Neuhaus, R., K.S. Dijkema & H.-D. Reinke, 2001. The impact of sea-level rise on coastal flora and fauna. In: J.L. Lozan, H. Graß & P. Hupfer (eds.), *Climate of the 21st century: changes and risks*: 311-314. *Wissenschaftliche Auswertungen/GEO*, Hamburg.

Nijssen, H. & S.J. de Groot, 1987. *De vissen van Nederland*. KNNV Uitgeverij, Hoogwoud: 223 p.

Oost, A.P. & M. Bokhorst, 2002. Effecten van spuilocaties op hydraulica, morfologie en ecologie. Effecten van alternatieve spuilocaties langs Afsluitdijk op hydraulica, morfologie en ecologie van Waddenzee en IJsselmeer. RIKZ rapport 202.056, Haren: 50 p & bijlagen.

Pampoulie, C., 2001. Demographic structure and life history traits of the common goby *Pomatoschistus microps* (Teleostei, Gobiidae) in a Mediterranean coastal lagoon (Rhône River delta, France). *Acta Oecologica* 22: 253-257.

Pampoulie, C., P. Chauvelon, E. Rosecchi, J.L. Bouchereau & A.J. Crivelli, 2001. Environmental factors influencing the gobiid assemblage of a Mediterranean Lagoon: Empirical evidence from a long-term study. *Hydrobiologia* 445: 175-181.

Philippart, C.J.M., H.M. van Aken, J.J. Beukema, O.G. Bos, G.C. Cadée & R. Dekker, in press. Recruitment responses of the bivalve *Macoma balthica* to rising seawater temperatures. *Limnology and Oceanography*.

Piersma, T. & A. Koolhaas, 1997. Shorebirds, shellfish(eries) and sediments around Griend, western Wadden Sea, 1988-1996. NIOZ-report 1997-7, Texel: 118 p.

Platteeuw, M. 1986. Waddenzee, vogels en olie. Waar en wanneer lopen vogels in de Waddenzee in belangrijke mate het risico met olievervuiling geconfronteerd te worden. RIN rapport, ongepubl.

Prop, J., 1998. Effecten van afvalwaterlozingen op trekvogels in de Dollard: een analyse van tellingen uit de periode 1974-1995. In: K. Essink & P. Esselink (red.), Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek. Rapport RIKZ-98.020, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren: p. 145-167.

Reijnders, P.J.H. 1976. The harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea: size and composition. *Neth. J. Sea Res.* 10: 223-235.

Reijnders, P.J.H. 1978. Recruitment in the harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 12: 164-179.

Reijnders, P.J.H. 1983. De bruinvis. In: Rijksinstituut voor Natuurbeheer: Natuurbeheer in Nederland; Dieren. Pudoc, Wageningen: 286-288.

Reijnders, P.J.H., 1986. Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. *Nature* 3245: 456-457.

Reijnders, P.J.H. 1989. De Gewone zeehond: zogen en dommelen op een zandbank. In: J. Desmet (red.), Dieren levens: gedrag en dagindeling van in het wild levende dieren in de Lage Landen. Lannoo, Tiel, België: 110-115.

Reijnders, P.J.H. 1992a. Gewone zeehond, *Phoca vitulina* L., 1758. In: S. Broekhuizen, B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen (red.), Atlas van de Nederlandse Zoogdieren. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht: 185-190.

Reijnders, P.J.H. 1992b. Grijze zeehond, *Halichoerus grypus*, Fabricius 1791. In: S. Broekhuizen, B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen (red.), Atlas van de Nederlandse Zoogdieren. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht: 191-194.

Reijnders, P.J.H. & S.M.J.M. Brasseur 2002. Changes in abundance and status of harbour and grey seal populations in the North Sea. In: J.L. Lozán, E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann & H. von Westerhagen (red.), Warnsignale aus der Nordsee: Neue Folge Vom Wattenmeer bis zur offenen See. Blackwell Scientific Publications, Berlin.

Reijnders, P.J.H., J. van Dijk & D. Kuiper 1995. Recolonization of the Dutch Wadden Sea by the grey seal *Halichoerus grypus*. *Biol. Cons.* 71: 231-235.

Reijnders, P.J.H., M.F. Leopold, C.J. Camphuysen, H.J.L. Heessen & R.A. Kastelein 1996. The status of the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, in Dutch waters and the state of related research in the Netherlands: an overview. *Rep. Int. Whal. Commn.*, 46: 607-611.

Riegman, R. & W. van Boekel, 1996. The ecophysiology of *Phaeocystis globosa*: A review. *J. Sea Res.* 35: 235-242.

Rijksinstituut voor Kust en Zee & Geodan, 1998. Sedimentatlas Waddenzee. CD, RIKZ, Haren.

Rijn, S.H.M. van & M.R. van Eerden, 2001. Aalscholvers in het IJsselmeermeergebied: concurrent of graadmeter? RIZA rapport 2001.058, Lelystad: 90 p.

Roomen, M. van, A. Boele, M. van der Weide, Erik van Winden & D. Zoetebier, 2000. Belangrijke vogelgebieden in Nederland 1993-97. Actueel overzicht van Europese vogelwaarden in aangewezen en aan te wijzen speciale beschermingszones en andere vogelgebieden. SOVON-Informatierapport 2000/01, SOVON-Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen 149 p.

Roomen, M. van, E. van Winden, K. Koffijberg, B. Voslamber, R. Kleefstra, G. Ottens & SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep, 2002. Watervogels in Nederland in 2000/2001. SOVON-monitoringrapport 2002/04, RIZA-rapport BM02.015. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen / RIZA Lelystad : 211 p.

SOVON, 1987. Atlas van de Nederlandse vogels. SOVON, Arnhem: 595 p.

SOVON Vogelonderzoek Nederland, 2002. Atlas van de Nederlandse broedvogels 1998-2000. Nederlandse Fauna 5. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey - Nederland, Leiden: 584 p.

Swennen, C., 1985. Iets over de vogels van het open water van IJsselmeer, Waddenzee en Noordzee. Vogeljaar 33: 208-214.

Verbeek, K. (red.), 2003. De toestand van het klimaat in Nederland in 2003. Rapport KNMI, De Bilt: 32 p.

Verhoeven, J.T.A., 1980. The ecology of *Ruppia*-dominated communities in western Europe. Thesis, University of Nijmegen: 222 p.

Verwey, J. & W.J. Wolff, 1981. The common or harbour porpoise *Phocoena phocoena*. In: P.J.H. Reijnders & W.J. Wolff (red.), Marine mammals of the Wadden Sea. Balkema, Rotterdam: 51-58.

Verwey, J. & W.J. Wolff, 1981. The Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*). In P.J.H. Reijnders & W.J. Wolff (eds.), Marine mammals of the Wadden Sea. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Leiden: 59-64.

Vlag, D., 2003. Uitgangspunten Bekkenspuiber. voor effectenstudie. Memo 11 april 2003. RIZA es2-dpv-03-05.

Vries, V. de, 1939. Bijdrage tot de voedselbiologie van een viertal eendensoorten, naar aanleiding van materiaal afkomstig van Vlieland en Terschelling. Limosa 12: 87-98.

Vries, N.P.J. de, K.W. van Dort & A.G. Knotters, 1998. Toelichting bij de vegetatiekaart Noordvaarder 1995. Op basis van false colour-luchtfoto's 1:5000. Rapport Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst MD-GAE-98.54, 's Gravenhage: 45 & bijlagen.

Wanink, J.H., 2003. Voorspelde effecten van een extra spuumiddel in de Afsluitdijk (variant 1A, Kornwerderzand) op de visfauna in de westelijke Waddenze. Ongepubl. rapport, Groningen: 15 p.

Wetten, J.C.J. van & G.J.M. Wintermans, 1986. The food ecology of the Spoonbill. Report Inst. Taxon. Zoology, Amsterdam: 59 p.

Winden, J. van der, A.L. Spaans, I. Tulp, B. Verboom, R. Lensink, D.A. Jonkers, R.J.W. van de Haterd & S. Dirksen, 1999. Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk. Rapport Bureau Waardenburg 99.002 / Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Culemborg/ Wageningen: 218 p.

Wintermans, G., M. Otter & R. van 't Veer, 2002. Natuurgebieden in Noord-Holland. Deel 3: Het Balgzand. Graspieper 21: 102-113.

Wolff, W.J., 1973. The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse, and Scheldt. Zoologische Verhandelingen, Leiden 126: 1-242.

Wolff, W.J. 1981. The status of marine mammals in the Wadden Sea area. In: P.J.H. Reijnders & W.J. Wolff (red.), Marine mammals of the Wadden Sea. Balkema, Rotterdam: 7-14.

Ysebaert, T. & P. Meire, 1999. Macrobenthos of the Schelde estuary: predicting macrobenthic species responses in the estuarine environment. Report Institute of Nature Conservation IN/99.19, Brussel: 178 p. & appendix.

Zimmerman, J.T.F., 1976. Mixing and flushing of tidal embayments in the western Dutch Wadden Sea. Thesis Vrije Universiteit Amsterdam & Neth. J. Sea Research 10: 149-191 & 397-439.

Zuurveld, J., 2002. Vispassage nabij nieuw spuumiddel te kornwerderzand. [ES]2-Afsluitdijk schetsontwerpen brak. Fase 3: Inrichtingsschetsen. Rapport Bouwdienst Rijkswaterstaat, doc. 4761A-T-2002-0003: 40 p. & bijlagen.

Zwarts, L., 1988. De bodemfauna van de fries-groningse waddenkust. Flevobericht 294, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad: 195 p.

Bijlage 1 Statistische parameters m.b.t. de lineaire regressie van wadvogels en hun responsvariabelen (behorende bij Hoofdstuk 5)

Kanoet

Response variate: Kanoet

Fitted terms: Draadwormen, Oostzeezager, Wadslakje

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	3	409.	136.42	6.94	<.001
Residual	150	2951.	19.67		
Total	153	3360.	21.96		
	estimate	s.e.	t(150)	t pr.	
Draadwormen	0.000245	0.000189	1.30	0.195	
Oostzeezager	0.000393	0.000174	2.26	0.025	
Wadslakje	0.000934	0.000317	2.94	0.004	

Wulp

Response variate: Wulp

Fitted terms: Amerikaanse_Zwaardschede, Draadwormen, Strandgaper, Wapenworm, Zandzager, Zeeduizendpoot

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	6	197.8	32.962	10.41	<.001
Residual	147	465.5	3.167		
Total	153	663.3	4.335		
	estimate	s.e.	t(147)	t pr.	
Amerikaanse_Zwaardschede	0.00933	0.00302	3.09	0.002	
Draadwormen	0.0002866	0.0000783	3.66	<.001	
Strandgaper	0.001452	0.000733	1.98	0.049	
Wapenworm	0.000342	0.000107	3.20	0.002	
Zandzager	0.00836	0.00439	1.90	0.059	
Zeeduizendp	-0.01055	0.00500	-2.11	0.037	

Rosse Grutto

Response variate: Rosse Grutto

Fitted terms: Wadpier, Wapenworm

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	2	48.8	24.4155	30.05	<.001
Residual	151	122.7	0.8125		
Total	153	171.5	1.1210		
	estimate	s.e.	t(151)	t pr.	
Wadpier	0.001479	0.000573	2.58	0.011	
Wapenworm	0.0003161	0.0000553	5.72	<.001	

Tureluur

Response variate: Tureluur

Fitted terms: Schelpkokerworm, Strandgaper, Wadpier

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	3	4.21	1.4031	3.61	0.015
Residual	150	58.28	0.3885		
Total	153	62.49	0.4084		

	estimate	s.e.	t(150)	t pr.
Schelpkokerworm	-0.0000044	0.0000197	-0.23	0.822
Strandgaper	0.000557	0.000248	2.25	0.026
Wadpier	0.000814	0.000365	2.23	0.027

Bergeend

Response variate: Bergeend

Fitted terms: Constant, Draadwormen, Nonnetje, Wapenworm, Zandzager

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	4	9.09	2.2718	9.72	<.001
Residual	148	34.58	0.2337		
Total	152	43.67	0.2873		

*** Estimates of parameters ***

	estimate	s.e.	t(148)	t pr.
Constant	0.1688	0.0521	3.24	0.001
Draadwormen	-0.0000177	0.0000232	-0.76	0.448
Nonnetje	0.0005778	0.0000991	5.83	<.001
Wapenworm	-0.0000571	0.0000306	-1.87	0.064
Zandzager	-0.000508	0.000510	-1.00	0.321

Scholekster

Response variate: Scholekster

Fitted terms: Constant, Kokkel, Oostzeezager, Schelpkokerworm, Wapenworm, Zeeduizendp

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	5	220.7	44.138	8.00	<.001
Residual	147	811.3	5.519		
Total	152	1032.0	6.790		

*** Estimates of parameters ***

	estimate	s.e.	t(147)	t pr.
Constant	1.616	0.247	6.55	<.001
Kokkel	0.003082	0.000788	3.91	<.001
Oostzeezager	0.0004033	0.0000986	4.09	<.001
Schelpkokerworm	0.000230	0.000169	1.36	0.176
Wapenworm	-0.000234	0.000154	-1.52	0.130
Zeeduizendp	-0.00913	0.00656	-1.39	0.167

Zilverplevier

Response variate: Zilverplevier
Fitted terms: Draadwormen, Wadslakje

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	2	0.38	0.1913	1.23	0.296
Residual	151	23.56	0.1560		
Total	153	23.94	0.1565		

	estimate	s.e.	t (151)	t pr.
Draadwormen	0.0000166	0.0000162	1.03	0.306
Wadslakje	0.0000294	0.0000282	1.04	0.298

Bonte Strandloper

Response variate: Bonte_Strandloper
Fitted terms: Constant, Amerikaanse_Zwaardschede, Wadpier, Wapenworm, Zandzager

*** Summary of analysis ***

	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Regression	4	118.	29.51	1.64	0.168
Residual	148	2671.	18.05		
Total	152	2789.	18.35		

*** Estimates of parameters ***

	estimate	s.e.	t (148)	t pr.
Constant	2.063	0.419	4.92	<.001
Amerikaanse_Zwaardschede	0.01340	0.00727	1.84	0.067
Wadpier	-0.00461	0.00297	-1.55	0.123
Wapenworm	0.000330	0.000276	1.20	0.233
Zandzager	-0.00562	0.00451	-1.25	0.215

Bijlage 2 Voedselkeuze van op het wad foeragerende wadvogels

Teneinde het mogelijk te maken om voor op de platen foeragerende wadvogels een expert judgement oordeel te geven over de effecten van ruimtelijke veranderingen en dichtheidsveranderingen van benthische prooidiersoorten onder invloed van een gewijzigd spui-beheer is een literatuurstudie uitgevoerd naar de voedselvoorkeur van deze vogels. Hierbij werd o.a. gebruik gemaakt van literatuuroverzichten van Agralin, het gedigitaliseerde bibliotheekbestand van de Universiteit Wageningen. Hierin is de beschikbare toonaangevende internationale literatuur uit wetenschappelijke tijdschriften samengevat en via sleutelwoorden beschikbaar gemaakt. Er werd gezocht op basis van compilaties uit Current Contents (1996-2002) en Biological Abstracts (1989- 2002). Tevens werden de bij Alterra Texel aanwezige literatuurbestanden over de relaties tussen wadvogels en hun voedsel nagetrokken, waarbij met name werd gezocht naar oudere (van voor 1996) buitenlandse, Nederlandstalige en "grijze" literatuur. Aanvullend werden voor de relevante soorten de hoofdstukken over voedselkeuze nagelopen in de standaardwerken over Europese vogels nagelopen: het Handbuch der Vögel Mitteleuropas (Bauer & Glutz 1968, Glutz *et al.* 1975, 1977) en het Handbook of the Birds of the Western Palaearctic (Cramp & Simmons 1977, 1983). De gevonden informatie is samengevat in een "prooidierkeuze"-database. De hierin opgeslagen informatie is vervolgens gecombineerd met informatie over de periodes wanneer de maximale aantallen van een bepaalde soort in de Waddenzee aanwezig zijn. Voor elke soort werd op basis van deze 2 datasets een samenvatting van het soortenspectrum gemaakt waarvan het eindresultaat is weergegeven in de vorm van Tabel 5. Hierbij is het aandeel van prooi-soorten die worden gegeten in maanden waarin de vogelsoorten maximaal voorkomen relatief zwaar meegewogen en is getracht de beschikbare data (die veelal worden uitgedrukt in aantallen prooidierresten per braakbal of maaginhoud) te vertalen naar gewichtspercentages. Alle geraadpleegde literatuur is weergegeven in de literatuurlijst aan het eind van dit hoofdstuk.

B2.1 Mitsen en maren

De beschikbare en oogstbare hoeveelheid voedsel voor wadvogels en de energetische waarde van dit voedsel is aan voortdurende veranderingen onderhevig. Het aanbod en de voor wadvogels oogstbare fractie daarvan is o.a. afhankelijk van de volgende factoren:

- de grootte van de grootteklassen die gegeten kunnen worden. Sommige prooidieren kunnen niet worden opgenomen omdat ze te groot zijn om te kunnen worden doorgeslikt. Eerstejaars Kokkels (*Cerastoderma edule*) zullen in de loop van hun eerste levensjaar uitgroeien tot een maat die niet meer door Kanoeten oogstbaar is
- de aanwezigheid van een bepaalde prooidiersoort. Sommige soorten bodemdieren zijn sterk vorstgevoelig en sterven massaal wanneer het wad enige tijd bevroren is geweest. Voorbeelden van soorten die sterke fluctuaties in populatiegroottes vertonen zijn Kokkel en Schelpkokerworm (*Lanice conchilega*). Jaren na een strenge winter worden vaak gekenmerkt door een massale kolonisatie door larven van deze soorten (Beukema 1985) waardoor de populaties van deze soorten in het erop volgende jaar vaak weer hoog zijn (Beukema *et al.* 1998). Wadvogels kunnen voor hun voedsel soms enkele jaren profiteren van een enkele jaarklasse.
- de diepte waarop bodemdieren zijn ingegraven in het wad. Deze verandert in de loop van het jaar, een proces dat afhankelijk is van de temperatuur (Esselink & Zwarts 1989)
- de mate van droogvallen van het wad. Onder invloed van een veranderend gedrag van prooidieren hebben Scholeksters in het begin van de laagwaterperiode een andere voedselkeuze en foerageerstrategie dan later tijdens dezelfde laagwaterperiode (de Vlas *et al.* 1996). Waarschijnlijk geldt dit ook andere steltlopers

- wegtrek naar overwinteringsgebieden met hogere overlevingskansen (geldt met name voor garnalen en krabben)
- sexe-verschillen. Bij soorten met verschillen in snavel lengte (zoals Wulpen, Rosse Grutto's en Scholeksters) bestaan duidelijke verschillen tussen sexen voor wat betreft prooidierkeuze. In het geval van Scholeksters eten mannetjes meer schelpdieren en vrouwtjes meer wormen (Hulscher *et al.* 1996).

Daarnaast varieert de energetische waarde van de door vogels gegeten prooien in de loop van het jaar. Deze variaties zijn voor elke bodemdiersoort weer verschillend (o.a. Honkoop & Beukema 1997).

Theoretische beschouwingen over deze processen en de wijze waarop vogels anticiperen op het aanwezige beschikbare en oogstbare prooiaanbod zijn beschreven in Beukema *et al.* 1993, Zwarts & Blomert 1992, Zwarts *et al.* 1992 en Zwarts *et al.* 1996ab. Als gevolg van de door bovengenoemde factoren en steeds veranderende hoeveelheden beschikbare en oogstbare hoeveelheden voedsel kan het beeld van het voedselspectrum dan ook alleen maar een globaal beeld zijn. Een degelijk uitgevoerd en fraai voorbeeld hiervan wordt gegeven door Scheiffarth (2001) die de prooiopname van Rosse Grutto's in de Duitse Waddenzee heeft geanalyseerd door waarnemingen van foeragerende vogels te combineren met braakbal- en faeces-analyses. Hieruit blijkt dat, bijvoorbeeld, de gemiddelde hoeveelheden gegeten Wadpieren *Arenicola marina* en Zeeduizendpoot *Nereis diversicolor* per maand kunnen variëren van 0-65%. Meer details hierover, en over de verschillen in menukeuze tussen mannetjes en vrouwtjes, zijn te vinden in de soortbeschrijving van de Rosse Grutto, verderop in dit hoofdstuk.

Het spreekt vanzelf dat het, vanwege het bovenstaande, lastig is om een min of meer gemiddeld voedselspectrum (wat eet soort X in de Waddenzee) te compileren. De verzamelde gegevens zijn bovendien enigszins achterhaald. Veel van de uitgevoerde dieetstudies zijn uitgevoerd in de jaren '60 en '70. Sindsdien is er veel veranderd in de Waddenzee: de 3000-4000 ha droogvallende mosselbanken die in de jaren '70 en '80 van de vorige eeuw aanwezig waren (Dijkema *et al.* 1989) en die voor veel soorten op de platen foeragerende vogels van relatief erg groot belang waren (Smit *et al.* 1998) zijn grotendeels verdwenen en een aantal nieuwkomers die in de afgelopen 20 jaren in de Waddenzee zijn verschenen (met name de Groene Zager *Marengelleria cf. wireni* en de Amerikaanse Zwaardschede *Ensis directus*) zijn nog niet of nauwelijks in dieet-studies opgedoken.

De uitgevoerde analyse van het voedsel van wadvogels op droogvallende platen laat bovendien zien dat de voedselkeuze voor veel soorten in de Nederlandse Waddenzee slecht onderzocht is. Slechts Scholekster, Kanoet en Wulp zijn goed onderzocht hoewel dit vaak maar op één locatie is gebeurd, in het geval van de Wulp bijvoorbeeld alleen langs de Fries-Groningse kust. Van enkele soorten is het voedselspectrum alleen bekend d.m.v. braakbal-analyses (Groenpootruiter, Zwarte Ruiters). Van de meeste andere soorten zijn alleen fragmentarische gegevens bekend en moest voor een deel worden terug gegrepen op studies uit Denemarken, Duitsland of Groot Brittannië. Hierbij bleek ook weer dat de voedselkeuze van een bepaalde soort sterk kan verschillen tussen gebieden. Zo blijkt het voedsel van de Bonte Strandloper in de Severn (Engelse westkust) vooral te bestaan uit Zeeduizendpoot en in mindere mate uit Nonnetjes *Macoma balthica* en het Wadslakje *Hydrobia ulvae* (en in het geheel geen kleine kreeftachtigen; Worrall 1984), in de Duitse Waddenzee blijkt deze laatste categorie relatief belangrijk te zijn en worden er nauwelijks Nonnetjes en maar weinig Wadslakjes gegeten (Nehls & Thiedemann 1993). In het algemeen geldt dat wanneer een gebied op grotere afstand is gelegen de prooidierkeuze meer zal afwijken van het beeld uit de Waddenzee. Voor de keuze van het voedselspectrum is daarom zoveel mogelijk gebruik gemaakt van gegevens van gebieden dicht bij de Waddenzee. De voedselkeuze in een

periode van het jaar dat een bepaalde soort in grote aantallen in de Waddenzee aanwezig is relatief zwaar meegewogen.

B2.2 De menukeuze per soort

B2.2.1 Bergeend

Het dieet van Bergeenden is zelden direct bestudeerd en ook niet goed bekend. Een groot deel van de door Bergeenden gegeten prooien is klein of zeer klein. Daarom bieden waarnemingen van foeragerende vogels geen mogelijkheid om een goed beeld van de prooidierkeuze te krijgen. Sommige onderzoekers trachten dit probleem te omzeilen door studies uit te voeren van de aanwezige bodemfauna op plaatsen waar concentraties foeragerende Bergeenden aanwezig zijn. Ook zijn er enkele faeces studies. Veel studies in de Waddenzee komen uit op wadslakjes als belangrijkste prooi, maar ook worden Nonnetjes en Mossel- en Kokkelbroed en andere kleine tweekleppigen als belangrijke prooien aangewezen. In een enkele studie (Zwarts 1974) wordt de Zeeduizendpoot als belangrijkste prooi gevonden, terwijl in allerlei situaties ook groene algen, diatomeeën of insectenlarven (zoals *Tubifex*) als prooien worden gevonden. Over het algemeen foerageren Bergeenden bij laagwater of bij weinig water, op slijkgige wadbodems, en eten daar de voorradige kleine prooien.

B2.2.2 Scholekster

Scholeksters behoren tot de best bestudeerde wadvogels. Hun dieet is in veel situaties tot in detail beschreven (bijvoorbeeld: Zwarts *et al.* 1996b) en bestaat voor het overgrote deel uit tweekleppigen (Mossel *Mytilus edulis*, Kokkel, Nonnetje, Strandgaper *Mya arenaria*, Slijkgaper *Scrobicularia plana*). Daarnaast worden vooral in de zomer en dan nog vooral door vrouwtjes Zeeduizendpotten gegeten en kleine hoeveelheden Strandkrabben. In de winter worden, zeker in perioden met aanhoudende noordwesten winden wanneer slechts weinig wad droogvalt, veel regenwormen gegeten. De laatste prooi wordt buiten de Waddenzee gegeten en is daarom niet opgenomen in Tabel 1.

B2.2.3 Kluut

Er zijn slechts twee gedegen studies in de Waddenzee uitgevoerd: Tjallingii (in Glutz *et al.* 1977) en Esselink & van Belkum (1986). In beide studies werd Zeeduizendpoot als stapelvoedsel gevonden. Zwarts (1974) vond hetzelfde op de Ventjagersplaten (voor de afsluiting van het Haringvliet, toen dit nog een getijdegebied was). Andere kleine prooien, zoals *Corophium*, en insecten vulden het dieet aan. In een aantal buitenlandse studies werden ook kleine tweekleppigen (of hun siphonen) en kleine wormen (zoals draadwormen) als prooien gevonden (Moreira 1995, 1997). In een minder uitgebreide studie in de Nordstrander Bucht (Duitse Waddenzee) werd veel minder Zeeduizendpoot gevonden, en meer gastropoden en *Corophium* dan in de Dollard (Knief 1987). Hier en daar foerageren Kluten ook in brakke sloten. Hier worden vooral Brakwatersteurgarnalen *Palaeomonetes* en aasgarnalen *Neomysis* gegeten (Cramp & Simmons 1977). Vermoedelijk worden op het wad, langs geulrandjes, ook Garnalen *Crangon crangon* gegeten.

B2.2.4 Bontbekplevier

Voor deze soort is slechts één dieetstudie uit de Nederlandse Waddenzee gevonden (Dantuma 1970). Uit dit faeces-onderzoek kwam een dieet naar voren dat Zeeduizendpoot, Strandkrabben *Carcinus maenas* en insecten de belangrijkste prooien waren. Waarnemingen aan de Engelse oostkust (Pienkowski 1982) laten echter een meerderheid van kleine wormen (Wapenwormen *Scoloplos armiger* en draadwormen

Heteromastus/Capitella) als prooien zien, in andere studies wordt steeds Zeeduizendpoot als stapelvoedsel aangewezen (Höfmann & Hoerschelmann 1969, Zwarts 1974, Kersten & Piersma in Smit & Wolff 1981). Andere prooien, zoals insecten en wadslakjes, komen ook in een aantal studies als belangrijk naar voren (Lange 1968, Höfmann & Hoerschelmann 1969, Dantuma 1970, Knief 1987, Lifjeld 1984). Tweekleppigen worden voor deze zichtjager nergens als prooi genoemd.

B2.2.5 Zilverplevier

Zilverplevieren zijn oogjagers, maar voor deze soort zijn (in de Wash, UK) ook tweekleppigen als prooi vastgesteld: kleine Mosselen, Kokkels en Nonnetjes (Goss-Custard *et al.* 1977, Durell & Kelly 1990). Gastropoden en siphonen van tweekleppigen zijn in enkele buitenlandse studies als prooien gevonden (Lange 1968, Moreira 1997). Ook Goss-Custard *et al.* (1977) vonden in één geval aanzienlijke aantallen wadslakjes in de spiermaag. Het merendeel van de prooien bestaat echter uit vrij grote wormen. In de Waddenzee vonden Piersma & Kersten (in Smit & Wolff 1981) zelfs 100% Zeeduizendpoot in mei onder Ameland, terwijl Esselink & van Belkum (1986) 94% Zeeduizendpoot aantroffen in de Dollard. Diverse studies elders (Lange 1968, Zwarts 1969, 1974, Höfmann & Hoerschelmann 1969, Knief 1987, Kiis 1986, Ruiters 1992) bevestigen dit beeld. In andere studies worden juist kleine wormen als stapelvoedsel (Pienkowski 1982) of als belangrijk naast de grote wormen (Kersten & Piersma 1984) gevonden. Opvallend afwezig zijn kreeftachtigen. Deze worden soms wel gevonden maar zijn nooit belangrijk, met uitzondering van de studies van Goss-Custard *et al.* (1977) en van Durell & Kelly (1990), waarin respectievelijk kleine krabben en *Corophium* als belangrijk werden aangemerkt.

B2.2.6 Kanoet

Kanoeten staan bekend als eters van tweekleppigen (vooral Nonnetjes, aangevuld met kleine Kokkels en Mosselen). Ook in de Nederlandse Waddenzee worden deze prooien het meest gevonden (Zwarts & Blomert 1992, Zwarts *et al.* 1992, Dekinga & Piersma 1993, Piersma *et al.* 1994). Het beeld, dat vooral het tweekleppigen door Kanoeten worden gegeten, wordt bevestigd door verschillende buitenlandse studies (Ehlert 1964, Prater 1972a, Goss-Custard *et al.* 1977). Wadslakjes en andere kleine, harde prooien zoals plantenzaden, vormen soms alternatieve prooien (Ehlert 1964; Knief 1987, Doyon & McNeil 1978, Evans *et al.* 1979, Dekinga & Piersma 1993, Piersma *et al.* 1994, Moreira 1995, 1997). Wormen ontbreken vrijwel geheel als prooi voor deze soort, wat de Kanoet uniek maakt onder de hier onderzochte soorten wadvogels. Alleen Zwarts & Blomert (1992) vonden enkele Zeeduizendpoot-kaken in Kanoeten-faeces voor de Friese kust en zagen ook dat Kanoeten deze wormen aten, terwijl Evans *et al.* 1979 (in het Tees-estuarium) zelfs in 45% van de door hen uitgezochte Kanoet braakballen Zeeduizendpoot kaken vonden. Ook kreeftachtigen ontbreken vrijwel geheel in het dieet. Deze worden verschillende studies, maar steeds in geringe mate, gevonden.

B2.2.7 Krombekstrandloper

Aan het dieet van Krombekstrandlopers is zeer weinig onderzoek gedaan. Incidenteel zijn van enkele dode vogels de magen onderzocht. Zeeduizendpoot, aangevuld met wat insecten, waren de belangrijkste prooien. Enkele wadslakjes werden eveneens aangetroffen (Swennen in Glutz *et al.* 1975, Höfmann & Hoerschelmann 1969, Madon in Glutz *et al.* 1975, Lifjeld 1984). Aangezien slakken wel gevonden zijn in dit schaarse materiaal, en Bonte Strandlopers wel soms tweekleppigen eten, nemen we aan dat deze prooien ook wel af en toe gegeten zullen worden.

B2.2.8 Bonte Strandloper

Onderzoek aan het dieet van deze zeer talrijke steltloper is in Nederland eigenlijk beperkt tot het werk aan faeces van Esselink & van Belkum (1986) in de Dollard, van De Vlas (1970) aan de Groninger kust en het werk van Ruiters (1992) in de Westerschelde. Wormen, te weten Zeeduizendpoot en *Marenzelleria* waren het stapelvoedsel in de Dollard en op het Groninger wad en kleinere draadwormen in de Westerschelde. Tijdens directe observaties in de Waddenzee zagen Kersten & Piersma (in Smit & Wolff 1981) ook vooral Zeeduizendpoot gegeten worden, maar zij constateerden ook enkele andere prooien (met name kleine Crustacea en de sifonen van Nonnetjes). In de Duitse Waddenzee werden ook vooral Zeeduizendpoot, Wapen- en draadwormen als prooien vastgesteld, aangevuld met wat Wadslakjes, Garnalen, kleine krabben en insecten. Op door Schelpkokerwormen gedomineerd wad werd ook Schelpkokerwormen gegeten (Ehlert 1964, Lange 1968, Höfmann & Hoerschelmann 1969, Knief 1987, Nehls & Tiedemann 1993, Petersen & Exo 1999). Op het Deense wad werden, naast Zeeduizendpoot, relatief veel schelpdieren gegeten, zowel tweekleppigen (Kokkel, Nonnetje) als Wadslakjes, en nog wat kleine krabben en *Corophium* als aanvulling (Mouritsen 1994). Werk in diverse Britse en Franse estuaria bevestigt de Deense vaststelling dat naast diverse soorten kleine wormen ook kleine schelpdieren (Kokkels, Nonnetjes, Mosseltjes, Wadslakjes, Alikruiken *Littorina littorea*) belangrijke prooien kunnen zijn (Davidson 1971, Viellard 1973, Cramp & Simmons 1977, Goss-Custard *et al.* 1977, Evans *et al.* 1979, Clark 1983, Worrall 1984, Durell & Kelly 1990). Tenslotte worden nog wat aanvullingen op het dieet van vooral de reeds genoemde wormen en schelpdieren gevonden in een aantal andere studies, zoals Slijkgapers in het Taag-estuarium (Moreira 1997), eitjes van ongewervelden in het Tees-estuarium (UK) en langs de kust van zuid-Zweden (Evans *et al.* 1979; Bengtson & Svensson 1968). Resten van planten werden aangetroffen in Sleeswijk-Holstein en Zweden (Lange 1968, Bengtson & Svensson 1968), vis (uitzonderlijk) werd aangetroffen in Denemarken; (Mouritsen 1994), oligochaeten en insecten in de Varangerfjord en op Helgoland (Lifjeld 1984, Dierschke 1998). Het tamelijk eenzijdige beeld voor de Nederlandse Waddenzee, van een dieet dat sterk door wormen gedomineerd wordt, behoeft dus vermoedelijk enige nuancering. Bonte Strandlopers zullen ook kleine tweekleppigen, slakjes, *Crustacea* en insecten eten wanneer de mogelijkheden zich voordoen.

B2.2.9 Rosse Grutto

In de Nederlandse Waddenzee is relatief weinig dieet-onderzoek gedaan aan Rosse Grutto's. Pauw (1970) en Roselaar (1970) zagen op het wad bij Schiermonnikoog vooral forse wormen gegeten worden, af en toe aangevuld met een krabbetje of *Corophium*. Een paar jaar later zag Odink (1976) bij Vlieland vooral wapenwormen gegeten worden. Observaties van Kersten en Piersma (1981) bij Ameland leverden een breder prooispectum op, waarin Nonnetjes, Zeeduizendpoot en krabben alle drie belangrijk waren en waar ook vrij veel ongedetermineerde kleine prooien werden gegeten. Nog iets meer soorten werden herkend bij Rosse Grutto's die foerageerden op het wad bij de Friese kust. Er werden Nonnetjes gegeten (maar minder dan bij Ameland), Wadpieren, veel Zeeduizendpoot, draadwormen en weinig garnalen en krabben (in Piersma *et al.* 1993). Dezelfde prooien zag Meire (1987) gegeten worden op de Slikken van Viane, in de Delta. In 55 magen van netslachtoffers uit weilanden rondom de Waddenzee vonden Piersma *et al.* (1993) in de helft van de gevallen emelten. Deze prooien binnendijs in graslanden gegeten. Uit het feit dat in 25% van de magen van andere Rosse Grutto's resten van Zeeduizendpoten werden aangetroffen en in 40 % van de magen schelpdieren (vooral Nonnetjes) kan worden afgeleid dat deze vogels ook buitendijs foerageren. Het belang van emelten draagt op Waddenzee-populatie-niveau vermoedelijk hooguit enkele procenten bij aan de totale voedselopname (Piersma, *pers. comm.*). In de Westerschelde onderzocht Ruiters (1992) faeces van Rosse Grutto's en vond slechts

weinig resten van schelpdieren (Mossel, Kokkel, Nonnetje, Wadslakje) maar wormen (Zeeduizendpoot en draadwormen) als stapelvoedsel. Recent heeft echter veel gedetailleerder werk in de Duitse Waddenzee laten zien, dat Rosse Grutto's veel meer (17) soorten prooidieren op het wad eten, waaronder Amerikaanse Zwaardschedes en vis (Scheiffarth 2001). Meestal waren Zeeduizendpoot, Zandzager *Nephtys hombergii* en Wapenworm de belangrijkste prooien, maar in het voorjaar bestond 20% van de prooien van de (relatief kortsnavelige) mannetjes uit Nonnetjes, terwijl de (langsnaveliger) vrouwtjes dan juist relatief veel Schelpkokerworm aten. In het najaar waren wadpieren heel belangrijk, met 24% van de prooiemassa bij de mannen en 65% bij de vrouwen. Andere redelijk belangrijke prooien waren krabben, die ook in alle maanden van het onderzoek gegeten werden. Opvallend afwezig als prooi-soort in deze studie waren de wadslakjes, die echter elders op het Duitse wad wel weer in redelijke aantallen zijn gevonden (Knief 1987, Höfmann & Hoerschelmann 1969). Studies elders in Europa leveren weinig andere prooien op (Smith 1975, Knief 1987, Kiis 1986, Höfmann & Hoerschelmann 1969, Smith & Evans 1973, Goss-Custard *et al.* 1977, Evans *et al.* 1979, Pérez-Hurtado *et al.* 1997). Afhankelijk van het lokale aanbod werden ook andere tweekleppigen als Slijkgaper en *Tellina* of gastropoda (zoals de Alikruik), insecten of plantenzaden in magen van Rosse Grutto's aangetroffen.

B2.2.10 Wulp

Wulpen zijn op het Nederlandse wad uitgebreid bestudeerd, vooral in de meer slikgige gedeelten: Paesens Moddergat (Ens & Zwarts 1980, Ens & de Vries 1983), de Groninger kust (de Vlas 1970) en de Dollard (Esselink & van Belkum 1986). Dieetonderzoek op de meer zandige delen heeft een minder omvangrijk karakter: Vlieland (van der Baan *et al.* 1958), Schiermonnikoog (Voss & Koolhaas 1969, Roselaar 1970) en Ameland (Kersten & Piersma, in Smit & Wolff 1981). Ook kunnen we beschikken over studies uit Duitsland (Höfmann & Hoerschelmann 1969, Knief 1987, Petersen & Exo 1999), Denemarken (Kiis 1986) en Groot Brittannië (Goss-Custard & Jones 1976, Cramp & Simmons 1977, Evans *et al.* 1979), waarbij Goss-Custard & Jones (1976) onder meer specifiek op wad dat wordt gedomineerd door de Schelpkokerworm naar foeragerende Wulpen keken (zo'n 70% van de gegeten prooien waren hier Schelpkokerwormen, de rest waren vooral krabben). Uit al dit werk, vaak gebaseerd op zeer veel observaties, uitgezochte braakballen, faeces of magen, komt een zeer divers dieet naar voren, bestaande uit veel, en allerlei verschillende tweekleppige schelpdieren, vrij veel en meest grote wormen (Zeeduizendpoot, Arenicola) en zo'n 20% krabben en garnalen. Tijdens slecht weer of hoogwater worden ook veel regenwormen en andere weiland-prooien gegeten.

B2.2.11 Zwarte Ruiter

Zwarte Ruiters komen slechts op enkele plaatsen in en rond de Waddenzee in flinke concentraties (>500 vogels in een telling) voor. Deze concentraties kunnen worden aangetroffen op het Balgzand, op het wad zuidelijk van Ameland, langs de Groninger en Friese noordkust en in de Dollard. Aantallen van tussen de 100 en 500 vogels zijn op alle Waddeneilanden wel eens gehaald. Helaas is aan deze soort alleen in de Dollard tamelijk uitgebreid voedselonderzoek gedaan (Holthuijzen 1975). Braakballen van Zwarte Ruiters bevatten hier resten van Garnalen, Strandkrabben, Zeeduizendpoot, grondels *Pomatoschistus* en *Corophium* als belangrijkste prooien. Dit dieet werd in de zomer (juli-augustus) nog aangevuld met tweekleppigen (Nonnetjes, Strandgapers). Tijdens enkele directe observaties aan Zwarte Ruiters op mosselbanken in de Waddenzee werden alleen Garnalen en Zeeduizendpoot als prooien herkend (Zwarts 1991). Observaties op de Ventjagersplaten gaven aan dat daar, toen het nog een getijdegebied was, vooral Zeeduizendpoot werd gegeten (Zwarts 1974). Kiis (1986) zag in Margharete-Koog, Denemarken, dat vooral Zeeduizendpoot en grondels werden gegeten. Uitzonderlijk zijn prooien als Wadslakje, Alikruik en niet nader gedetermineerde mollusken (Knief 1987).

Tabel 5. Prooidierkeuze van op wadplaten foeragerende vogels in de Nederlandse Waddenzee (waarbij is getracht dit uit te drukken als gewichtspercentage van de gegeten prooien) op basis van een uitgebreid literatuuronderzoek waarin ook literatuur uit andere noordwest Europese landen is meegenomen. De gebruikte bronnen zijn weergegeven in de literatuurlijst aan het eind van dit hoofdstuk. De gebruikte afkortingen voor prooien hebben de volgende betekenis: myt = mossel, cer = kokkel, mac = nonnetje, mya = strandgaper, hyd = wadslakje, lit = alikruik, aren = wadpier, ner = zeeduizendpoot, lan = schelpkokerworm, scol = wapenworm, h/c = draadwormen (*Heteromastus/Capitella*), cra = garnaal, car = strandkrab, cor = Amphipoden (zoals *Corophium*, *Gammarus*, *Bathyporeia*), bal = zeepok, ins = insecten en insectenlarven (van kwelderranden en uit aangespoelde kadavers), vis = kleine vissen uit poeltjes.

	myt	cer	mac	mya	hyd	aren	ner	lan	scol	h/c	cra	car	cor	ins	vis
Bergeend	4	10	20	1	40		5					2	14		
Scholekster	30	35	12	3		2	10	2				3		2	
Kluut	1	1	2	1			85			5	1		4		
Bontbekplevier					4	1	30		25	20		3	5	12	
Zilverplevier		2	2	1	3		65	2	10	5		2	2		
Kanoet	2	4	80		10							1	3		
Bonte Strandl.	1	3	10		10		50		5	5	8		8		
Krombekstri.		2	3		8		80		3	2				1	
Rosse Grutto			3			3	28	22	3	38	2		1		
Wulp	1	15	15	10		10	20	5			4	15			
Tureluur	1	1	5		10		40	3	3		4	10	20	1	
Zwarte Ruiter			2	2	1		34				20	10	10	1	20
Groenpootruit.					6		10				25	10	15	2	30
Steenloper	10	5	5		10	10	5					15	15	15	
Kokmeeuw	5				5		25	5	5	5	10	10	30		5
Stormmeeuw	10	15	5			5	20	5		5	10	10	5		pm
Zilvermeeuw	50	15	10	1	3			2			2	15			pm

*N.B. In sommige gevallen zal de som van de gegeven percentages in de tabel niet 100% zijn. Naast genoemde prooien worden namelijk door sommige soorten in kleine hoeveelheden alternatieve prooien gegeten. Bergeenden, Krombekstrandlopers, Groenpootruiters en Zilvermeeuwen eten bovendien kleine Alikruiken (*Littorina*). In het geval van Zilverplevieren gaat het om siphonen van *Scrobicularia* en tegenwoordig ook om (een nog onbekende hoeveelheid) *Marenzelleria*. Scholeksters en Wulpen blijken langs de Fries-Groningse kust ook *Scrobicularia* te eten maar deze prooi komt op veel andere plaatsen in de Waddenzee slechts in geringe dichtheden voor. Scholeksters en Zilvermeeuwen eten bovendien Zwaardschedes (*Ensis*) maar het belang van deze nog vrij nieuwe soort is nog onduidelijk. Bij Tureluurs, Groenpootruiters, Steenlopers en Zilvermeeuwen staan bovendien Zeepokken (*Balanus*) op het menu. Steenlopers eten daarnaast zo ongeveer alles wat eetbaar is. Dit kan uiteenlopen van patat (bij het frietkot op de veerhaven van Den Helder) tot allerlei vormen van aas. Er zijn Steenlopers waargenomen die zeep aten, kokosnoten, eigen soortgenoten (in het geval van strenge vorst), visresten, restjes van prooien uit schelpen die door Scholeksters zijn opengemaakt, restanten van krabben die door Wulpen of Scholeksters zijn gepredeerd tot bijzondere vormen van aas. Berucht is het hier niet gerefereerde artikelje "Turnstones feeding on human corpse". Deze laatste voedselbron is in de Waddenzee weinig algemeen. Meeuwen hebben een vrij opportunistische prooiëuze en kunnen makkelijk overschakelen van op droogvallende wadplaten levende prooien naar soorten van open water en binnendijkse habitats. Hierbij kan een breed scala aan prooien worden gegeten. De pm voor Stormmeeuw en Zilvermeeuw betreffen vissen die weliswaar worden gegeten maar niet op de wadplaten worden bemachtigd.*

Opmerkelijk tenslotte, zijn observaties aan zwemmende, grondelende Zwarte Ruiters die stekelbaarsjes aten (Raines 1962).

B2.2.12 Turcluur

Het dieet van deze meest algemene en wijd verspreide ruiters in de Nederlandse Waddenzee is slechts in enkele relatief kleine studies onderzocht, maar de soort is wel in meerdere gebieden (Schiermonnikoog, Terschelling, Vlieland, Groninger kust, Dollard, en buiten de Waddenzee, op een aantal plaatsen in Zeeland) en op verschillende manieren (braakballen, faeces, directe observaties) bestudeerd. Het dieet is divers. Als belangrijkste prooien werden Zeeduizendpoot en andere grote wormen (Zandzagers, Schelpkokerwormen) maar ook kleine wormen (o.a. Wapenworm en de Zeerusp *Harmothoe*) aangetroffen, en bovendien kreeftachtigen (vooral kleine krabben, garnalen en *Corophium*) en wadslakjes. Allerlei andere prooien figureren in het dieet, al kunnen deze soms, tijdelijk belangrijk zijn. In deze groep vallen allerlei kleine tweekleppigen, spinnen, insecten en vis (Roselaar 1970, de Vlas 1970, Zwarts 1974 en 1991, Osieck 1976, Nolet 1983, Meire 1987). Hetzelfde brede prooienspectrum spreekt uit een aantal buitenlandse studies, al lijken schelpdieren (tweekleppigen en gastropoden) relatief vaak iets belangrijker (Goss-Custard 1969, Höfmann & Hoerschelmann 1969, Davidson 1971, Goss-Custard & Jones 1976, Knief 1987, Evans *et al.* 1979, Kiis 1986, Moreira 1997, Petersen & Exo 1999).

B2.2.13 Groenpootruiter

Groenpootruiters jagen in ondiepe poeltjes op het drooggevalen wad op visjes (vooral Brakwatergrondels *Pomatoschistus microps*), Garnalen en kleine Strandkrabben. Uit onderzoek aan braakballen en uit directe observaties in de Nederlandse Waddenzee (Swennen 1971, Zwarts 1991) blijkt dat andere beweeglijke prooien als Zeeduizendpoot, *Corophium* of een toevallig aanwezig insect niet worden versmaad. Uit de genoemde Nederlandse studies en ook uit enkele aanvullende buitenlandse studies blijkt dat tweekleppigen ontbreken in het dieet. Wadslakjes en alikruiken worden, net als Zeeduizendpoot, wel af en toe gegeten (Höfmann & Hoerschelmann 1969, Jones 1976, Knief 1987, Kiis 1986).

B2.2.14 Steenloper

Steenlopers foerageren vooral op rotsen (of surrogaat rotskusten als kades, strekdammen, dijkvoeten etc.) en op mossel- en schelpenbanken. Tijdens hoogwater wordt ook gefoerageerd op kwelderranden, aanspoelselranden of nog hoger op de kust. Ze eten vermoedelijk alles wat eetbaar is, waaronder aas, inclusief aangespoelde kwallen (Ates 1991), zaden, insecten en vlokreeften uit aanspoelsel (Höfmann & Hoerschelmann 1969, Davidson 1971, Jones 1975, Doyon & McNeil 1978, Whitfield 1990), zeepokken (Davidson 1971, Prater 1972b, Jones 1975). Als een van de weinige soorten steltlopers kunnen Steenlopers ook zeepokken eten, die ze met hun snavel open hakken (Groves 1978). Het dieet bestaat echter meestal uit allerlei kleine diertjes die ze onder en tussen schelpen en steentjes vinden, maar hoewel dit vaak onder de ogen van potentiële waarnemers gebeurt, is er bijzonder weinig informatie over het dieet van deze soort in de Waddenzee. De meest omvangrijke studie is die van Meelis (1964ab) die op Vlieland Steenlopers observeerde en ook enkele magen en faeces onderzocht. Hij vond een divers spectrum aan prooien: tweekleppigen (Mosseltjes, Nonnetjes, Strandgapers), gastropoda (Wadslakjes, Alikruiken), vrij veel Zeeduizendpooten, en verder krabben, *Corophium*, insecten en vis (grondel). Verder zijn er uit de Waddenzee alleen observaties van Nolet (1983), die op Terschelling Steenlopers *Corophium* zag eten en van Steketee (1976), die op Vlieland krabben en *Corophium* gegeten zag worden. In de Westerschelde werden schelpdieren, waaronder

Nonnetjes en Wadslakjes, Zeeduizendpoot, *Corophium* en insecten als prooien gevonden (Ruiters 1992). In de haven van Bruinisse zag Valk (1977) hoe Steenlopers mossel- en kokkelvlees aten van aangevoerde vangsten van schelpdiervissers. Tweekleppigen of wormen waren in de meeste studies niet bijzonder belangrijk, alleen in een aantal Britse estuaria (Campbell 1966, Davidson 1971, Prater 1972b, Jones 1975) waren Mosselen, Kokkels en/of Nonnetjes soms belangrijk. In the Wash (UK) werden soms zelfs in de helft van de onderzochte Steenloper-braakballen resten van deze schelpdieren gevonden. Gastropoda waren vrijwel even belangrijk in deze studies, maar over het algemeen domineerden kreeftachtigen, insecten en nog andere prooien het dieet.

B2.2.15 Kokmeeuw

Van op de wadplaten foeragerende Kokmeeuwen zijn vrij weinig voedsel-ecologische studies beschikbaar. Als belangrijkste prooien komen *Corophium* en de Zeeduizendpoot naar voren. Op de Ventjagersplaten, voor de afsluiting van het Haringvliet, bleken Zeeduizendpotten de enige algemeen beschikbare prooidiersoort te zijn (Zwarts 1974), op Schiermonnikoog daarentegen werd vooral *Corophium* gegeten, aangevuld met kleine hoeveelheden Zeeduizendpoot, garnaal en kleine krabben (de Vries 1969). Gelet op het belang van Zeeduizendpotten lijkt het onwaarschijnlijk dat kleinere wormen (zoals Wapenwormen en draadwormen) niet regelmatig deel van het dieet uitmaken maar vooralsnog ontbreekt onderzoek aan de hand van braakballen of faeces om e.e.a. te bevestigen. De meeste op het wad levende tweekleppigen lijken geen belangrijke voedselbron te zijn, incidenteel worden wel broedjes gegeten. Uit Duits onderzoek (omgeving Cuxhaven) is echter gebleken dat mosselbroed wel vrij veel worden gegeten (Schrey 1984). Op plaatsen waar Schelpkokerwormen algemeen zijn blijkt dat ook deze soort veel op het menu staat (Petersen & Exo 1999). In het Taag estuarium blijken siphonen van Slikgapers een belangrijke prooi te zijn (Moreira 1997) maar er zijn geen aanwijzingen dat dit in noordwest Europa ook het geval is. Een deel van de Kokmeeuwen in de Waddenzee verblijft permanent op dieper water. Swennen (in Smit & Wolff 1981) telde tussen oktober en maart gemiddeld 45.000 Kokmeeuwen in de westelijke Waddenzee. Deze vogels foerageren hier vooral op Spiering (*Osmerus eperlanus*), Sprot (*Sprattus sprattus*) en jonge Haring (*Clupea harengus*) en komen zelden in de omgeving van de kust. Onder ongunstige omstandigheden (harde wind, wad valt niet droog) wijken Kokmeeuwen uit naar binnendijkse graslanden waar regenwormen en emelten belangrijke prooidiersoorten zijn. In binnendijkse gebieden wordt ook gefoerageerd op huishoudelijk afval, brood en aas; in de zomer kunnen insecten (waaronder vliegende mieren) tijdelijk een belangrijke prooi vormen.

B2.2.16 Stormmeeuw

Het dieet van de Stormmeeuw is relatief slecht bekend. Uit de Nederlandse Waddenzee is slechts één studie beschikbaar aan de hand van braakballen en faecesonderzoek (Arbouw & Swennen 1985). Hieruit is gebleken dat de prooien van de onderzochte Stormmeeuwen (een broedvogelkolonie op Texel) voor een belangrijk deel afkomstig waren uit binnendijkse gebieden en als gevolg daarvan plantaardig materiaal, zaden, insecten en regenwormen bevatte. Tot de prooien die op het wad waren verzameld behoorden kleine Mosselen en Kokkels, Zeeduizendpotten, Garnalen, en kleine krabben. Waarnemingen op een door Schelpkokerwormen gedomineerd stuk wad in Duitsland (Petersen & Exo 1999) laat een ander beeld zien. Naast Mosselen werden hier Zwaardschedes (*Ensis*) gegeten, relatief heel veel Schelpkokerwormen, draadwormen en Krabben. Uit waarnemingen in een kustgebied in Sleeswijk-Holstein (Oehe-Schleimünde) bleek dat vooral Wadpieren, krabben en kleine vissen werden gegeten (Pflugbeil in Glutz & Bauer 1982). De dieetkeuze die is weergegeven in Tabel 1 kan dan ook niet meer zijn dan een vrij arbitraire interpretatie op basis van een beperkte hoeveelheid informatie. Net

als de Kokmeeuw kijkt ook de Stormmeeuw vaak uit naar binnendijkse graslanden. Stormmeeuwen worden, in vergelijking tot de Kokmeeuwen, minder vaak waargenomen in waterzuiveringsinstallaties, op vuilnisbelten en in havens.

B2.2.17 Zilvermeeuw

In vergelijking tot de Stormmeeuw is het voedselpakket van de Zilvermeeuw zeer degelijk onderzocht, ook in de Nederlandse Waddenzee. Het probleem met de interpretatie van deze gegevens is echter dat het voedselpakket in de loop van de afgelopen 40 jaren sterk is veranderd. Belangrijke factoren die hieraan hebben bijgedragen is de vestiging van Kleine Mantelmeeuwen die Zilvermeeuwen ten dele verdreven hebben uit de verder van de kust gelegen foerageergebieden op de Noordzee en het afdichten van grote vuilstortplaatsen in de omgeving van de Waddenzee waardoor menselijke afvalproducten voor een deel niet meer beschikbaar was. Ook de aanwezigheid van sommige prooidieren is sterk veranderd. Zo zijn Zeesterren die in de jaren '60 nog enkele tientallen procenten van het voedsel uitmaakten (Spaans 1971), inmiddels ofwel sterk in aantal achteruitgegaan ofwel onbereikbaar geworden. Uit onderzoek van Noordhuis & Spaans (1992) blijkt dat ze in de jaren '80 nauwelijks meer in het menu van Zilvermeeuwen waren terug te vinden. Uit de Nederlandse studies en zeker uit recent onderzoek in de Duitse Waddenzee (Hilgerloh 1999, Hilgerloh *et al.* 1997) blijkt dat mosselbroed en halfwas Mosselen een zeer belangrijke prooi voor Zilvermeeuwen zijn en vele tientallen procenten van het voedsel kan uitmaken. Daarnaast zijn Kokkels en in mindere mate Nonnetjes een belangrijke voedselbron. Ook Strandgapers staan regelmatig op het menu maar deze soort is lang niet overal beschikbaar. In periodes van grote sterfte van Zwaardschedes wordt deze soort in grote hoeveelheden door Zilvermeeuwen gegeten (waarnemingen CJS) maar mogelijk is in zulke gevallen alleen sprake van een lokaal beschikbaar komen van Zwaardschedes, terwijl de duur van het beschikbaar zijn van deze prooi vrij kort kan zijn. Wormen blijken geen belangrijke prooi voor Zilvermeeuwen te zijn hoewel op Schelpkokerworm-wad deze soort wel wordt gegeten (Petersen & Exo 1999). Met name in de zomer en de herfst worden vrij grote hoeveelheden krabben en in veel mindere mate garnalen gegeten (Spaans 1971, Noordhuis & Spaans 1992). Naast deze organismen staan kleine hoeveelheden Alikruiken en Zeepokken op het menu (Hilgerloh 1998, Hilgerloh 1999). In geval van voedselschaarste op de droogvallende wadplaten wordt, in vergelijking tot Kok- en Stormmeeuwen, minder binnendijks gefoerageerd en meer op open water en in de Noordzee-kustzone. Hierbij wordt o.a. gefoerageerd op visresten afkomstig van vissersvaartuigen. Ook wordt aas en menselijk afval wordt in zulke situaties veel gegeten.

B2.3 Gebruikte literatuur voor dit hoofdstuk⁷:

- Arbouw, G.J. & C. Swennen, 1985. Het voedsel van de Stormmeeuw *Larus canus* op Texel. *Limosa* 58: 7-15.
- Ates R.M.L., 1991. Predation on Cnidaria by vertebrates other than fishes. *Hydrobiologia* 216/217: 305-307.
- Baan, G. van der, A. Blok, P. Nijhoff & K. Swennen, 1958. Een inleidend onderzoek naar de betrekkingen tussen wadvogels en bodemfauna. Bondsuitgeverij Vogelwerkgroep NJN, Amsterdam: 28 p..
- Bauer, K.M. & U.N. Glutz von Blotzheim, 1968. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 2. Anseriformes (Vol. 1). Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main: 534 p.
- Bengtson, S.-A. & B. Svensson, 1968. Feeding habits of *Calidris alpina* L. and *C. minuta* Leisl. (Aves) in relation to the distribution of marine shore invertebrates. *Oikos* 19: 152-157.
- Beukema, J.J., 1985. Zoobenthos survival during severe winters on high and low tidal flats in the Dutch Wadden Sea. In: J.S. Gray & M.E. Christiansen (eds.), *Marine biology of polar regions and effects of stress on marine organisms*: 351-361. Wiley, Chichester.
- Beukema, J.J., K. Essink, H. Michaelis & L. Zwarts, 1993. Year-to-year variability in the biomass of macrobenthic animals on tidal flats of the Wadden Sea - how predictable is this food source for birds. *Neth. J. Sea Res.* 31: 319-330.
- Beukema, J.J. P.J.C Honkoop & R. Dekker, 1998. Recruitment in *Macoma balthica* after mild and cold winters and its possible control by egg production and shrimp predation. *Hydrobiologia* 376 : 23-34.
- Boer, P. & C. van Orden, 1963. Kannibalisme bij steenlopers. *Limosa* 36: 3-4.
- Bos, T.A. & G.J. Schefferlie, 1988. Verspreiding, aantallen, rui en voedsel生态学 van de Bergeend (*Tadorna tadorna* L.) in de Ooster- en Westerschelde. Studentenrapport 06-88, Dienst Getijdewateren, Middelburg: 56 p.
- Buxton, N.E. & C.M. Young, 1981. The food of the Shelduck in North-east Scotland. *Bird Study* 28: 41-48.
- Cadée, G.C., 1988. Levende wadslakjes in Bergeend faeces. *Corresp.blad Ned. Malacol.* Ver. 243/4: 443-444.
- Cadée, G.C., 1994. Eider, Shelduck, and other predators, the main producers of shell fragments in the Wadden Sea: Palaeoecological implications. *Palaeontology* 37: 181-202.
- Campbell, B., 1966. Turnstone scavenging after Oystercatchers. *British Birds* 68: 59: 151-152.
- Clark, N.A., 1983. The ecology of Dunlin (*Calidris alpina* L.) wintering on the Severn estuary. Thesis, University of Edinburgh: 378 p.
- Cramp, S. & K.E.L. Simmons (eds.), 1977. *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, Vol. I, Ostrich to Ducks*. Oxford Univ. Press, Oxford: 722 p.
- Cramp, S. & K.E.L. Simmons (eds.), 1983. *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa, Vol. III, Waders to Gulls*. Oxford Univ. Press, Oxford: 913 p.
- Curtis, D.J., C.G. Galbraith, J.C. Smyth & D.B.A. Thompson, 1985. Seasonal variations in prey selection by estuarine Black-headed Gulls (*Larus ridibundus*). *Estuar. Coast. Shelf Science* 21: 75-90.
- Dantuma, R., 1970. Bontbekplevier; verslag over de waarnemingen gedaan tijdens het zomerkamp schier-3 in 1967. *Schierboek* 4: 41-52.

⁷ Deze literatuurlijst omvat alle referenties die zijn gebruikt om een (alleen digitaal beschikbare) overzichtstabel te genereren waarin alle informatie is weergegeven en waarvan Tabel 5 een sterk verkorte samenvatting is. Een aantal in dit overzicht opgenomen referenties zijn wel nagelopen en verwerkt maar zijn niet genoemd in de in dit hoofdstuk gepresenteerde soortbesprekingen

- Davidson, P.E., 1971. Some foods taken by waders in Morecambe Bay, Lancashire. *Bird Study* 18: 177-186.
- Deen Petersen, B., 1981. Vadefuglenes fouragering og predation på bundfaunaen på Tipperne. *Dansk Ornithol. Foren. Tidsskr.* 75: 7-22.
- Dekinga, A., & T. Piersma, 1993. Reconstructing diet composition on the basis of faeces in a mollusc-eating wader, the Knot *Calidris canutus*. *Bird Study* 40: 144-156.
- Dierschke, V., 1998. High profit at high risk for juvenile Dunlins *Calidris alpina* stopping over at Helgoland (German Bight). *Ardea* 86: 59-69.
- Dijkema, K.S., G. van Tienen & J.G. van Beek, 1989. Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea 1:100.000. RIN Texel/ Veth Foundation, Leiden: 24 habitat maps.
- Doyon, D. & R. McNeil, 1978. Regime alimentaire de quelques oiseaux de rivage sur deux milieux lagunaires des Iles-de-la-Madeleine, dans le Golfe Saint-Laurent, Quebec. *La Terre et la Vie* 32: 343-385.
- Durell, S.E.A. le V. dit & C.P. Kelly, 1990. Diets of Dunlin *Calidris alpina* and Grey Plover *Pluvialis squatarola* on the Wash as determined by dropping analysis. *Bird Study* 37: 44-47.
- Ehlert, W., 1964. Zur Ökologie und Biologie der Ernährung einiger Limikolenarten. *Journal für Ornithologie* 105: 1-53.
- Ens, B. & L. Zwarts, 1980. Wulpen op het wad van Moddergat. *Watervogels* 5: 108-120.
- Ens, B. & R. de Vries, 1983. Voedseloecologie van de Wulp op het Friese wad, deel II.. Werkdocument R.I.J.P. 1983-114 Abw.: 205 p.
- Esselink, P. & J. van Belkum, 1986. De verspreiding van de Zeeduizendpoot *Nereis diversicolor* en de Kluut *Recurvirostra avosetta* in de Dollard in relatie tot verminderde afvalwaterlozing. Report GWA0-86.155, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren: 50 p.
- Esselink, P. & L. Zwarts, 1989. Seasonal trend in burrow depth and tidal variation in feeding activity of *Nereis diversicolor*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 56: 243-254.
- Evans, P.R., D.M. Herdson, P.J. Knights & M.W. Pienkowski, 1979. Short-term effects of reclamation of parts of Seal Sands, Teesmouth, on wintering waders and shelduck. I. Shorebird diets, invertebrate densities, and impact of predation on the invertebrates. *Oecologia* 41: 183-206.
- Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel, 1975. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 7. Charadriiformes (Vol. 1). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 840 p.
- Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel, 1977. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 7. Charadriiformes (Vol. 2). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 893 p.
- Glutz von Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer, 1982. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 8-1. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 699 p.
- Goss-Custard, J.D., 1969. The winter feeding ecology of the redshank (*Tringa totanus*). *Ibis* 111: 338-356.
- Goss-Custard, J.D. & R.E. Jones, 1976. The diets of Redshank and Curlew. *Bird Study* 23: 233-243.
- Goss-Custard, J.D., R.E. Jones & P.E. Newbery, 1977. The ecology of the Wash. I. Distribution and diet of wading birds (Charadrii). *J. Appl. Ecol.* 14: 681-700.
- Groves, S., 1978. Age-related differences in Ruddy Turnstone foraging and aggressive behavior. *Auk* 95: 95-103.
- Hilgerloh, G., M. Herlyn & H. Michaelis, 1997. The influence of predation by herring gulls *Larus argentatus* and oystercatchers *Haematopus ostralegus* on a newly established mussel *Mytilus edulis* bed in autumn and winter. *Helgoländer Meeresunt.* 51: 173-189.
- Hilgerloh, G., 1998. Are Blue Mussels *Mytilus edulis* important prey for Herring Gulls *Larus argentatus* after a 20 year decline in mussel stocks? Investigations on Spiekeroog. *Sula* 12: 81-88.

- Hilgerloh, G., 1999. Year to year change in the share of Cockles (*Cerastoderma edule*) and blue Mussels (*Mytilus edulis*) in the food of Eiders (*Somateria mollissima*) on six East Frisian Islands. *Senckenbergiana maritima* 29, Suppl. 71-73.
- Höfmann, H. & H. Hoerschelmann, 1969. Nahrungsuntersuchungen bei Limikolen durch Mageninhaltsanalysen. *Corax* 3: 7-22.
- Holthuijzen, Y.A., 1975. Het voedsel van de Zwarte Ruiter *Tringa erythropus* in de Dollard. *Limosa* 52: 22-33.
- Honkoop, P.J.C. & J.J. Beukema, 1997. Loss of body mass in winter in three intertidal bivalve species: An experimental and observational study of the interacting effects between water temperature, feeding time and feeding behaviour. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 212: 277-297.
- Hulscher, J.B., D. Alting, E.J. Bunscoeke, B.J. Ens & D. Heg, 1996. Subtle differences between male and female Oystercatchers *Haematopus ostralegus* in feeding on the bivalve *Macoma balthica*. *Ardea* 84A: 117-130.
- Jenkins, D., M.G. Murray & P. Hall, 1975. Structure and regulation of a Shelduck (*Tadorna tadorna* (L.)) population. *J. Anim. Ecol.* 44: 201-231.
- Jones, R.E., 1975. Food of Turnstones in the Wash. *British Birds* 68: 339-341.
- Jones, R.E., 1976. Diet of the greenshank on migration. *British Birds* 69: 500.
- Kersten, M. & T. Piersma, 1984. Voedselkeuze en voedselopname van Zilverplevier *Pluvialis squatarola* in de Waddenzee tijdens de voor- en najaarstrek. *Limosa* 57: 105-111.
- Kiis, A., 1986. Foraging ecology of migrant waders in an artificial salt water lagoon in the Wadden Sea area (abstract). *Wader Study Group Bull.* 47: 9.
- Knief, W., 1987. Die Bedeutung des Wattenmeeres für Vögel. *Seevögel* 8-2: 23-28.
- Lange, G., 1968. Über Nahrung, Nahrungsaufnahme und Verdauungstrakt mitteleuropäischer Limikolen. *Beitr. Vogelkunde* 13: 225-334.
- Lifjeld, J.T., 1984. Prey selection in relation to body size and bill length of five species of waders in the same habitat. *Ornis Scand.* 15: 217-226.
- Meelis, E., 1964a. Steenlopers. *Amoeba* 40-7: 7-9.
- Meelis, E., 1964b. De Steenloper, *Arenaria interpres* (L.). *Aythya* 3-2: 2-11.
- Meire, P.M., 1987. Foraging behaviour of some wintering waders: prey-selection and habitat distribution. In: A.C. Kamil, J.R. Krebs & H.R. Pulliam (eds.), *Foraging behaviour*. Plenum Press, New York: 215-237.
- Moreira, F., 1994. Diet and feeding rates of Knots *Calidris canutus* in the Tagus estuary (Portugal). *Ardea* 82: 133-135.
- Moreira, F., 1995. The winter feeding ecology of Avocets *Recurvirostra avosetta* on intertidal areas .2. Diet and feeding mechanisms. *Ibis* 137: 99-108.
- Moreira, F., 1997. The importance of shorebirds to energy fluxes in a food web of a South European estuary. *Est. Coast. Shelf Science* 44: 67-78.
- Mouritsen, K.N., 1994. Day and night feeding in Dunlins *Calidris alpina* - choice of habitat, foraging technique and prey. *J. Avian Biol.* 25: 55-62.
- Mudge, G.P. & P.N. Ferns, 1982. The feeding ecology of five species of gulls (Aves: Laridae) in the inner Bristol Channel. *J. Zool., London* 197: 497-510.
- Nehls, G. & R. Tiedemann, 1993. What determines the densities of feeding birds on tidal flats? A case study on Dunlin, *Calidris alpina*, in the Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 31: 375-384.
- Nehls, N. Kempf & M. Thiel, 1992. Bestand und Verteilung mausernder Brandenten (*Tadorna tadorna*) im deutschen Wattenmeer. *Vogelwarte* 36: 221-232.
- Nolet, B., 1983. Consumptie door steltlopers op het wad, I en II. *Aythya* 22-3: 4-16.
- Noordhuis, R. & A.L. Spaans, 1992. Interspecific competition for food between Herring *Larus argentatus* and Lesser Black-backed Gulls *L. fuscus* in the Dutch Wadden Sea. *Ardea* 80: 115-132.
- Odink, J., 1976. Rosse Grutto's op Vlieland. *Vlieboek* 3, Vogelwerkgroep ACJN: 24-36.
- Oelke, H., 1979. Wovon ernähren sich die Brandgänse im Mausergebiet Großer Knechtsand (Elbe-Weser-Mündung)? *Beitr. Naturk. Niedersachs.* 32: 125-128.

- Olney, P.J.S., 1965. The food and feeding habits of the Shelduck, *Tadorna tadorna*. *Ibis* 107: 527-532.
- Osieck, E., 1976. Inleiding Tureluuronderzoek. Vlieboek 3, Vogelwerkgroep ACJN: 37-45.
- Pauw, P., 1970. De activiteiten van de Rosse Grutto. Schierboek 4: 89-101.
- Perez-Hurtado, A., J.D. Goss-Custard & F. Garcia, 1997. The diet of wintering waders in Cadiz Bay, southwest Spain. *Bird Study* 44: 45-52.
- Petersen, B. & K.-M. Exo, 1999. Predation of waders and gulls on *Lanice conchilega* tidal flats in the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 178: 229-240.
- Pienkowski, M.W., 1982. Diet and energy intake of Grey and Ringed plovers, *Pluvialis squatarola* and *Charadrius hiaticula* in the non-breeding season. *J. Zool., London* 197: 511-550.
- Piersma T. & Koolhaas A. 1997. Shorebirds, shellfish(eries) and sediments around Griend, western Wadden Sea, 1988-1996. NIOZ-rapport 1997-7, Texel.
- Piersma T., Koolhaas A. & Dekinga A. 1993. Interactions between stomach structure and diet choice in shorebirds. *Auk* 110: 552-564.
- Piersma, T., Y. Verkuil & I. Tulp, 1994. Resources for long-distance migration of Knots *Calidris canutus islandica* and *C.c. canutus*: How broad is the temporal exploitation window of benthic prey in the western and eastern Wadden Sea? *Oikos* 71: 393-407.
- Prater, A.J., 1972a. The ecology of Morecambe Bay III. The food and feeding habits of knot (*Calidris canutus*) in Morecambe Bay. *J. Appl. Ecol.* 9: 179-194.
- Prater, A.J., 1972b. Food of Turnstones in Morecambe Bay. *Bird Study* 19: 51-52.
- Raines, R.J., 1962. Spotted Redshanks up-ending to catch Sticklebacks. *British Birds* 55: 87.
- Roselaar, K., 1970. Een onderzoek naar de activiteit van wadvogels op Schier. Schierboek 4: 113-144.
- Ruiters, P.S., 1992. Relaties tussen verspreiding en dieetkeuzes van steltlopers en het voorkomen van macrozoobenthos in de Westerschelde. Rapporten en Verslagen NIOO 1992-04, Yerseke: 49 p.
- Scheiffarth, G., 2001. The diet of Bar-tailed Godwits *Limosa lapponica* in the Wadden Sea: Combining visual observations and faeces analyses. *Ardea* 89: 481-494.
- Schekkerman, H., P.S. Ruiters & B. van Gennip, 1992. Een literatuuronderzoek naar voedselkeuze in westeuropese kustgebieden, en methoden waarmee deze kan worden onderzocht. Rapporten en Verslagen NIOO 1992-05, Yerseke: 22 p.
- Schrey, E., 1984. Zur Nahrung der Lachmöwe (*Larus ridibundus*) im Bereich der Stadt Cuxhaven. *Seevögel* 5, Sonderheft: 73-79.
- Smit, C.J. & W.J. Wolff (eds.), 1981. *Birds of the Wadden Sea*. Balkema, Rotterdam: 308 p.
- Smit, C.J., N. Dankers, B.J. Ens & A. Meijboom, 1998. Birds, mussels, cockles and shellfish fishery in the Dutch Wadden Sea: How to deal with low food stocks for eiders and oystercatchers? *Senckenbergiana maritima* 29: 141-153.
- Smit, J., 2001. Nieuwe ruiplaats van Bergeenden in de Waddenzee. Nieuwsbrief Ned. Zeevogelgroep 3(2): 2-3.
- Smith, P.C., 1975. A study of the winter feeding ecology and behaviour of the Bar-tailed Godwit (*Limosa lapponica*). Unpubl. Ph.D-thesis, University of Durham, Durham.
- Smith, P.C. & P.R. Evans, 1973. Studies of shorebirds at Lindisfarne, Northumberland. 1. Feeding ecology and behaviour of the Bar-tailed Godwit. *Wildfowl* 24: 135-139.
- Spaans, A.L., 1971. On the feeding ecology of the Herring gull *Larus argentatus* Pont. in the northern part of the Netherlands. *Ardea* 59: 73-188.
- Steketee, J., 1976. Verslag Steenloperonderzoek. Vlieboek 3, Vogelwerkgroep ACJN: 18-23.
- Swennen, C., 1971. Het voedsel van de Groenpootruiter *Tringa nebularia* tijdens het verblijf in het nederlandse Waddengebied. *Limosa* 44: 71-83.
- Swennen, C. & Th. Mulder, 1995. Ruiende Bergeenden *Tadorna tadorna* in de Nederlandse Waddenzee. *Limosa* 68: 15-20.

- Thompson, D.B.A., 1981. Feeding behaviour of wintering Shelduck on the Clyde estuary. *Wildfowl* 32: 88-98.
- Thompson, D.B.A., 1982. The abundance and distribution of intertidal invertebrates, and an estimation of their selection by Shelduck. *Wildfowl* 33: 151-158.
- Valk, B., 1977. Steenlopers op Mosselschepen. *Vogeljaar* 25: 70-71.
- Vielliard, J., 1973. Autoécologie comparée du Bécasseau variable *Calidris alpina* (L.). *Alauda* 41: 1-33.
- Vlas, J. de, 1970. Een inleidend onderzoek naar de aantallen wadvogels, hun potentiële prooidieren en het dieet van de Tureluur in een gebied ten noorden van de Groningse kust, nabij een lozingspunt voor afvalwater. Doctoraalverslag R.U. Groningen.
- Vlas, S.J. de, E.J. Bunscoeke, B.J. Ens, & J.B. Hulscher, 1996. Tidal changes in the choice of *Nereis diversicolor* or *Macoma balthica* as main prey species in the diet of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea* 84A: 105-116.
- Voss, A. & J. Koolhaas, 1969. Verslag van het Wulpenonderzoek op Schier-3, 1966. *Schierboek* 3: 173-178.
- Vries, G. de, 1969. Verslag Kleine meeuwen, in het bijzonder Kapmeeuw. *Schierboek* 3: 103-144.
- Walmsley, J.G. & M.E. Moser, 1981. The winter food and feeding habits of Shelduck in the Camargue, France. *Wildfowl* 32: 99-106.
- Whitfield, D.P., 1990. Individual feeding specializations of wintering turnstone *Arenaria interpres*. *J. Anim. Ecol.* 59: 193-212.
- Worrall, D.H., 1984. Diet of the Dunlin *Calidris alpina* in the Severn estuary. *Bird Study* 31: 203-212.
- Zegers, P.M., 1985. Vogeltelling in het Nederlandse deel van de Waddenzee, 1976-1979. Report National Forest Service 85-10, Utrecht: 34 p.
- Zwarts, L., 1969. Zilverplevier '66. Waarnemingen verricht aan het getijritme en de activiteit van de zilverplevier op Schier. *Schierboek* 3: 235-248.
- Zwarts, L., 1970. Enkele opmerkingen over de verspreiding van de Bergeend. *Schierboek* 4: 29-30.
- Zwarts, L., 1974. Voedselopname en fourageergedrag van Tureluurs op het wad onder Schiermonnikoog. *Schierboek* 5: 183-226.
- Zwarts, L., 1974. Vogels van het brakke getijgebied. Bondsuitgeverij, Amsterdam: 212 p.
- Zwarts, L., 1991. Mosselbanken: wadvogels op een kluitje. *Vogels* 61: 8-12.
- Zwarts, L. & A.M. Blomert, 1992. Why Knot *Calidris canutus* take medium-sized *Macoma balthica* when six prey species are available. *Mar. Ecol. - Progr. Ser.* 83: 113-128.
- Zwarts, L., A.M. Blomert & J.H. Wanink, 1992. Annual and seasonal variation in the food supply harvestable by Knot *Calidris canutus* staging in the Wadden Sea in late summer. *Mar. Ecol. - Progr. Ser.* 83: 129-139.
- Zwarts, L., J.H. Wanink & B.J. Ens, 1996a. Predicting seasonal and annual fluctuations in the local exploitation of different prey by Oystercatchers *Haematopus ostralegus*: a ten-year study in the Wadden Sea. *Ardea* 84A: 401-440.
- Zwarts, L., B.J. Ens, J.D. Goss-Custard, J.B. Hulscher & S.A.E. le V. dit Durell, 1996b. Causes of variation in prey profitability and its consequences for the intake rate of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea* 84A: 229-268.